

Proyecto GEF-PNUD 089333 “Aumentar las capacidades nacionales para el manejo de las especies exóticas invasoras (EEI) a través de la implementación de la Estrategia Nacional”

DISEÑO DE UN PLAN DE MONITOREO Y CONTROL DE 5 ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS (EEI) EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LOS TUXTLAS

-Plan de monitoreo y control del muérdago (*Struthanthus* sp. y *Psittacanthus calyculatus*) en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas-



Contratista: Fomento Ecológico y Social A.C.

10 de noviembre de 2017

“Las opiniones, análisis y recomendaciones de política incluidas en este informe no reflejan necesariamente el punto de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como tampoco de su junta ejecutiva ni de sus estados miembros.”



Título: Servicio de consultoría para el diseño de un Plan de Monitoreo y Control de cinco especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas.

Objetivo: Conocer la situación de las especies exóticas invasoras en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas y establecer un Plan de Monitoreo y Control de las cinco especies exóticas más invasivas. El plan de monitoreo y control deberá incluir la conformación de dos brigadas de monitoreo, una para la zona Norte y otra para la zona Sur de la Reserva.

Autor: Fomento Ecológico y Social A. C.

Modo de citar: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) México. 2017. Plan de Monitoreo y Control del muérdago (*Struthanthus* sp. y *Psittacanthus calyculatus*) en la Reserva de la Biósfera los Tuxtlas. Proyecto 089333 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. 20 pp. + 1 Anexo. Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G. J., Luna-Aguilar, L. A. y G. E. Martínez-Romero. Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México.

Área objeto del informe: Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas.

Fecha de inicio del producto: 30 de junio de 2017

Fecha de terminación del producto: 10 de noviembre de 2017

Vínculo del proyecto con las metas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras: Esta consultoría aporta un Diagnóstico de la situación de las EEI en la RBLT y un Plan de Monitoreo y Control para cada una de las siguientes especies: orquídea africana (*Oeceoclades maculata*), mariposita blanca (*Hedychium coronarium*), pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.), muérdago (*Struthanthus* sp.) y tres pastos (*Urochloa brizantha*, *U. decumbens* y *Cynodon nlemfuensis*) así como el Área de Distribución de las EEI mencionadas, y por último la Integración de Brigadas de Monitoreo.

Los productos resultantes de esta consultoría se relacionan con las siguientes metas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México:

Meta 1.4. Mecanismos y protocolos estandarizados de prevención en operación, para reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras. Acción: Establecer programas de monitoreo sistemático y estandarizado en sitios identificados como de alto riesgo (p.ej. áreas protegidas, áreas agrícolas importantes, puertos de altura y de cabotaje, zonas de traslado de contenedores, cuerpos de agua mayores, presas y vías de comunicación, entre otros; véase meta 1.3).

Meta 1.5 Sistemas coordinados para la detección, manejo de riesgo y alerta temprana de ingreso y dispersión de especies invasoras. Acción: Establecer programas de monitoreo sistemático y estandarizado en sitios identificados como de alto riesgo (p. ej. áreas protegidas, áreas agrícolas importantes, puertos de altura y de cabotaje, zonas de traslado de contenedores, cuerpos de agua mayores, presas y vías de comunicación, entre otros; véase meta 1.3).

Meta: 2.2 Programas y planes de acción en operación para la erradicación, manejo de especies invasoras más nocivas y mitigación de sus impactos. Acción: Implementar acciones para especies y áreas identificadas mediante la línea base (véase meta 1.2).

Meta: 2.4 Mecanismos e iniciativas para que la sociedad civil se integre de forma organizada a los esfuerzos de prevención, control y erradicación. Acción: Conformar equipos voluntarios de monitoreo ambiental.

Resumen: En una revisión documental realizada previamente se identificaron 76 especies exóticas presentes en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas. En comunicación con la Dirección de la RBLT se estableció que los muérdagos (*Struthanthus* sp. y *Psittacanthus calyculatus*) representan una preocupación mayor para la reserva, por lo cual, se decidió desarrollar un plan de monitoreo y control para dichas especies. El muérdago puede observarse en los sistemas de manglar de los ríos Huazuntlán y Temoloapan, en la Laguna del Ostión, que es una zona de influencia de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas. Los monitoreos deberán ser mensuales, de no poderse concretar de dicha manera deberán realizarse al menos dos monitoreos en cada época climática (secas, lluvias y tormentas) para observar el ciclo de vida completo de *Struthanthus* sp. e identificar de manera precisa la especie. La medida de control recomendada es la poda del muérdago en época de secas.

Contenido

| | | |
|------|---|----|
| 1. | Introducción | 5 |
| 1.1. | Estado actual del muérdago (<i>Struthanthus</i> sp. y <i>Psittacanthus calyculatus</i>) en las zonas de influencia de la RBLT | 5 |
| 2. | Criterios de selección de los muérdagos para su monitoreo y control en la RBLT. | 6 |
| 3. | Descripción Biológica..... | 6 |
| 4. | Impactos ecológicos | 7 |
| 5. | Distribución..... | 8 |
| 6. | Medidas de prevención | 10 |
| 6.1. | Educación ambiental | 10 |
| 6.2. | Monitoreo..... | 11 |
| 7. | Medidas de control..... | 12 |
| 7.1. | Control mecánico..... | 13 |
| 8. | Referencias bibliográficas..... | 15 |
| | ANEXO..... | 21 |

Índice de figuras

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1. | Frutos maduros de un organismo del género <i>Struthanthus</i> (Dettke & Waechter, 2014)..... | 7 |
| Figura 2. | Muérdago en Laguna del Ostión. a) <i>Struthanthus</i> sp. en individuos de <i>Rhizophora mangle</i> . b) <i>P. calyculatus</i> en <i>Laguncularia racemosa</i> (Fomento Ecológico y Social A.C., 2017)..... | 8 |
| Figura 3. | Distribución del muérdago en las zonas de influencia de la RBLT. | 9 |
| Figura 4. | Porcentaje en volumen de la invasión de muérdago sobre el mangle para determinar el grado de invasión. Elaborado por: Fomento Ecológico y Social A. C. | 12 |
| Figura 5. | Distancia que debe existir entre el sitio de corte y el muérdago, y el ángulo correcto de corte. Tomado de CONAFOR (2017)..... | 14 |

Índice de tablas

| | | |
|----------|---|----|
| Tabla 1. | Valores para determinación de grado de infección de muérdago (CONAFOR, 2017)..... | 12 |
| Tabla 2. | Estrategia a seguir dependiendo el grado de invasión de muérdago (CONAFOR, 2017)..... | 14 |

Tabla 3. Diámetro de las ramas y las distancias óptimas para el sitio de corte en relación a la posición del muérdago (CONAFOR, 2017). 14

1. Introducción

En la revisión documental de PNUD México: Vega-Rodríguez *et al.* (2016) fueron identificadas 76 especies exóticas presentes en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas (RBLT), de las cuales 23 fueron clasificadas como especies exóticas invasoras (EEI). Las especies invasoras de mayor preocupación en la RBLT y en sus áreas de influencia son: la orquídea africana (*Oeceoclades maculata*), la mariposita blanca (*Hedychium coronarium*), el pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.), el muérdago (*Struthanthus* sp.) y los pastos forrajeros (*Urochloa brizantha*, *U. decumbens* y *Cynodon nlemfuensis*). Este documento se enfoca en describir las medidas de monitoreo y control de los muérdagos.

Después de la destrucción del hábitat, el impacto por las especies invasoras ha sido identificado como la segunda causa a nivel global de la pérdida de biodiversidad (Vitousek *et al.*, 1996). Pero no todas las especies invasoras son exóticas, algunas son nativas pero su comportamiento invasor impacta negativamente al ambiente. Tal es el caso del muérdago, una planta parásita que ocasiona graves daños a los árboles impidiendo su desarrollo hasta causarles la muerte (Valencia, 2009).

El género *Struthanthus* sp., tiene una amplia distribución en América, desde el norte de Argentina hasta el norte de México se encuentra en Campeche, Chiapas, Guerrero, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán (Dueñas-Gómez & Franco-Roselli 2001, enciclovida, 2017). Por su parte, la especie *Psittacanthus calyculatus* tiene una distribución natural desde México hasta Venezuela y se le ha observado en los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, México, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas. (Villaseñor & Espinosa, 1999; Vibrans, 2010; Enciclovida, 2016).

1.1. Estado actual del muérdago (*Struthanthus* sp. y *Psittacanthus calyculatus*) en las zonas de influencia de la RBLT

A pesar de estar presentes en todos los estados de la República Mexicana y de ser considerados el problema patológico más importante en los bosques de nuestro país, no se cuenta con una evaluación detallada del área total dañada ni de las pérdidas ocasionadas por sus principales familias y géneros (Cházaro *et al.*, 1993). En la zona de influencia la RBLT, Laguna del Ostión, se detectó la presencia de dos especies de muérdago, *P. calyculatus* y *Struthanthus* sp. En comunicación personal con el Dr. Antonio Lot Helgueras, del Instituto de Biología, es posible que la especie de muérdago sea *Struthanthus cassythoides*. Sin embargo, es necesario coleccionar ejemplares con floración para llegar a una determinación taxonómica precisa.

2. Criterios de selección de los muérdagos para su monitoreo y control en la RBLT.

De acuerdo al diagnóstico realizado por PNUD México: Vega-Rodríguez *et al.* (2016) y en comunicación directa con la oficina de la RBLT, esta especie fue seleccionada debido a que presenta las siguientes características:

- El muérdago es una planta parasitaria que llega a ocasionar la muerte de árboles (Arriola *et al.*, 2013).
- Es importante atender esta invasión de muérdago pues los manglares de Laguna del Ostión es un ecosistema vital en la zona, pues todavía es viable la implementación de medidas de control que conlleven a su erradicación.

3. Descripción Biológica

Los muérdagos pertenecen a la familia Loranthaceae que incluye alrededor de 30 géneros con unas 1,000 especies, ampliamente distribuidas en las áreas forestales tanto tropicales como templadas, algunas son nativas del viejo continente y otras son nativas del nuevo continente (Calderón-de-Rzedowski, 2001; Olsen, 2003). En México las plantas parásitas de la familia Loranthaceae y Viscaceae se presentan en casi todos los ecosistemas naturales, en la actualidad se registran 10 géneros y alrededor de 150 especies (Cházaro *et al.*, 1993).

Taxonomía:

| Referencia: IBUNAM, (2008) | Referencia: IBUNAM, (2000) |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Reino Plantae • División Tracheophyta • Clase Magnoliopsida • Orden Santalales • Familia Loranthaceae • Genero <i>Struthanthus</i> • Especie <i>Struthanthus cassythoides</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Reino Plantae • División Tracheophyta • Clase Magnoliopsida • Orden Santalales • Familia Loranthaceae • Genero <i>Psittacanthus</i> • Especie <i>Psittacanthus calyculatus</i> |

Las semillas de los muérdagos se encuentran rodeadas de viscina, una sustancia mucilaginosa, que se adhiere a los animales, principalmente pájaros, y es así como se propaga en diferentes especies arbóreas (Cid & Ponce, 2002; Cid *et al.*, 2005; Cid, 2006). Una vez que la semilla se adhiere a la rama del hospedero, comienza a producir unas estructuras de penetración llamadas haustorios, que son raíces modificadas (Zavaleta, 2008).

La mayoría de los taxa son plantas dioicas, las plantas femeninas tienen flores pequeñas de color blanco o amarillo y forman una semilla de color rojo (Figura 1); las flores de las plantas masculinas producen granos de polen trilobado y ambas forman tallos que son fácilmente visibles sobre sus hospederos (Calderón-de-Rzedowski, 2001; Olsen, 2003).

El género *Psittacanthus*, en particular, son arbustos erectos o suberectos, por lo común glabros; tallos tetragonales, cuadrangulares o rollizos, quebradizos, sin catáfilas; hojas lanceoladas u ovadas, de consistencia subcarnosa, glabras; flores dispuestas en triadas, hermafroditas, tubulares, de color rojo vivo o rojo naranja, perianto de 6 piezas con igual número de estambres unidos al perianto; fruto en forma de baya, ovoide, de color rojo oscuro (García, 1998). De acuerdo con Vibrans (2010), sólo se puede diferenciar a *P. calyculatus* por los botones curvados en el ápice, tallos angulados, flores en triadas con los segmentos lineares y hojas poco falcadas y alargadas.



Figura 1. Frutos maduros de un organismo del género *Struthanthus* (Dettke & Waechter, 2014).

4. Impactos ecológicos

- Los muérdagos tienen raíces modificadas que crecen a través de los tejidos primarios y secundarios del hospedero, lo que provoca la separación de la corteza externa hasta llegar al xilema para adsorber aproximadamente el 90% de los recursos que requieren (Olsen, 2003; Valencia, 2009).
- Una especie del género *Struthanthus*, en Brasil, provocó hasta un 95% de reducción en la cobertura foliar de los árboles y un 25% de disminución en la producción de frutas (Mourão *et al.*, 2009).
- En Venezuela se ha reportado que una especie del género *Struthanthus*, tuvo baja intensidad de infestación en *Rhizophora mangle* (Vera *et al.*, 2011).
- En Honduras se reportó que dos especies del género *Psittacanthus* provocaron una disminución de hasta el 50% del volumen en *Pinus oocarpa* (Howell *et al.*, 2005).
- Vázquez & Geils (2002), mencionan que en México el género *Psittacanthus* infecta principalmente a especies de coníferas y repercute en la producción de conos y en las semillas.

5. Distribución

Los muérdagos tienen una amplia distribución a nivel mundial y pueden encontrarse en una gran variedad de ambientes y altitudinalmente desde los cero m. s. n. m. hasta los 4.000 m.s.n.m. (Orozco *et al.*, 1990; Gutiérrez, 1994; Dibong *et al.*, 2009; Houeahanou *et al.*, 2011; Lee *et al.*, 2013). En México se ha observado que parasitan árboles que se encuentran tanto en zonas templadas como tropicales (Arriola *et al.*, 2013; Gutiérrez *et al.*, 2013).

Por otro lado, en los recorridos realizados el 14 y 15 de agosto en Laguna del Ostión y sus ríos asociados se observó que *Struthanthus* sp. parasita al mangle rojo (*Rhizophora mangle*) (Figura 2a) y *P. calyculatus* al mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) (Figura 2b). La distribución de ambos muérdagos fue representada en mapas elaborados en el programa ArcGis 9.3. En la Figura 2 se observa que las diferentes especies de muérdago se distribuyen en los sistemas de manglar de los ríos Huazuntlán y Temoloapan.



Figura 2. Muérdago en Laguna del Ostión. a) *Struthanthus* sp. en individuos de *Rhizophora mangle*. b) *P. calyculatus* en *Laguncularia racemosa* (Fomento Ecológico y Social A.C., 2017).

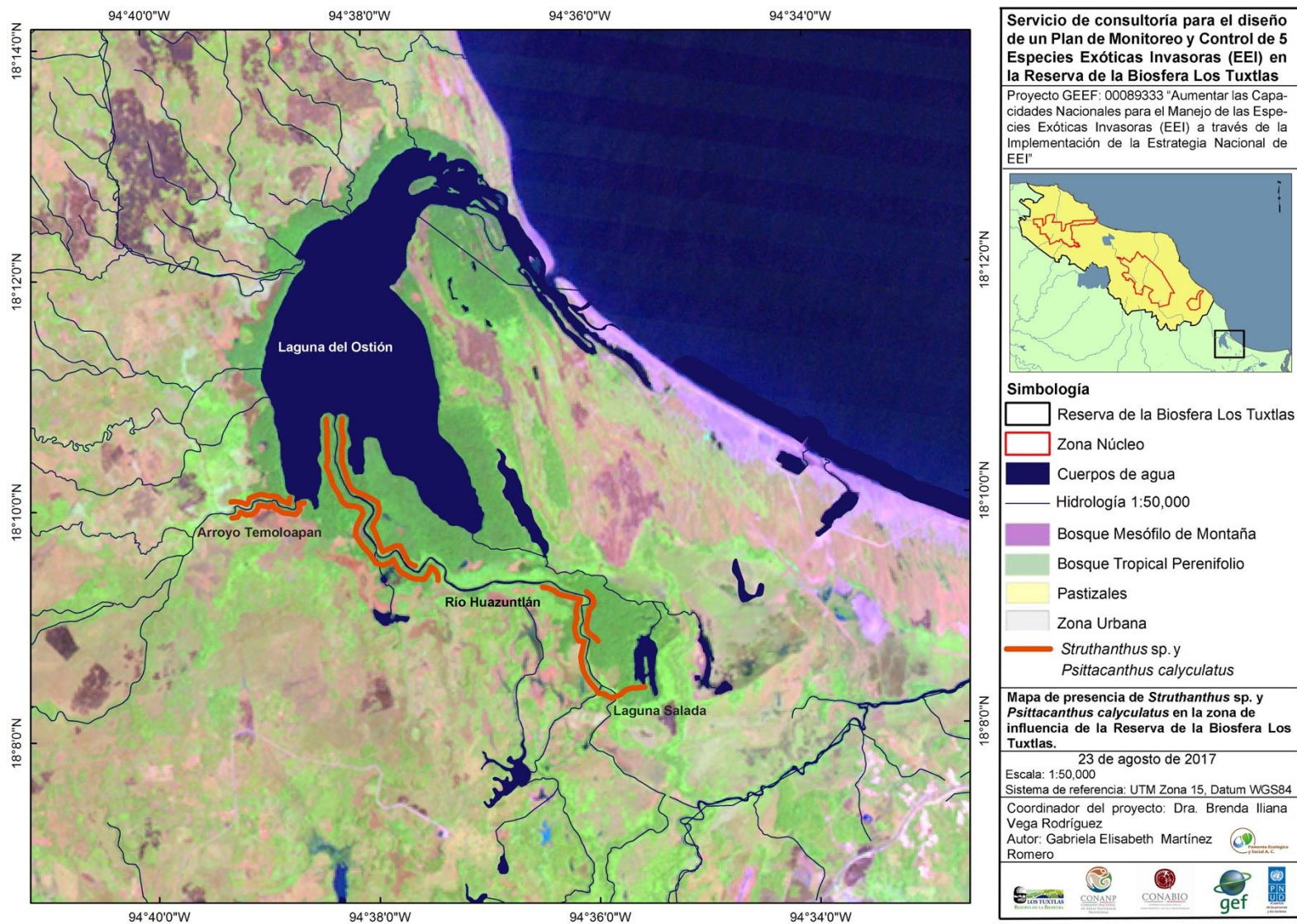


Figura 3. Distribución del muérdago en las zonas de influencia de la RBLT.

6. Medidas de prevención

Se pueden implementar medidas de prevención para combatir a los muérdagos, aunque el muérdago del género *Struthanthus* no es una especie exótica, si actúa como invasora y parásita en la RBLT (com. pers. M. en C. Álvaro Campos Villanueva, Botánico del Instituto de Biología). Estas acciones de prevención son la educación ambiental y los monitoreos. La educación ambiental está orientada a enseñar cómo funciona el ambiente y cómo los humanos pueden contribuir para vivir de una manera sostenible, así como minimizar la degradación de los ecosistemas y las amenazas hacia otras especies de plantas y animales (Rodríguez *et al.*, 2012). Los monitoreos son un método para conocer la dinámica de los ecosistemas, además permite establecer la condición o tendencia de las comunidades o poblaciones (Chediack, 2009).

6.1. Educación ambiental

La Universidad de Florida tiene una página digital dedicada a informar y sensibilizar, sobre los daños que causan los muérdagos en los árboles (SFRC, 2015). En la RBLT es necesaria la implementación de programas de educación ambiental y difusión sobre los problemas que causa el muérdago al mangle. Sería ideal que la población local fuera capaz de reconocer estas especies florísticas e identificar las acciones para su extracción cuando sea observada en el ANP y en sus zonas de influencia.

Para iniciar un programa de educación ambiental se recomienda la revisión e implementación de la “Guía para elaborar programas de educación ambiental no formal” de SEMARNAT (2010). A continuación, se mencionan de manera breve los pasos a desarrollar:

1. Identificar al grupo de personas al que estará dirigido el programa de educación ambiental (edad, género, escolaridad, etnia, ocupación, entre otros) y el tema a tratar.
2. Cohesionar el programa de educación ambiental con los objetivos, misión, visión y metas de la institución que lo implementará.
3. Establecer los objetivos y metas del programa de educación ambiental. Con el fin de tener un impacto sobre grupos poblacionales masivos, se sugieren las siguientes herramientas (ISC, 2014):
 - Folletos, dípticos, trípticos, volantes y posters
 - Anuncios y artículos en periódicos
 - Señalamientos con información sobre especies invasoras
 - Obsequios (tarjetas de juego, imanes, gorras, separadores de libros, tazas, playeras, etc.)
 - Herramientas de mercadotecnia social vinculadas a dependencias gubernamentales, instituciones u organizaciones sociales (Facebook, Twitter, Blogs).

Mientras que para grupos específicos se sugieren las siguientes estrategias (CABI, 2012):

- Exposiciones
 - Talleres
 - Conferencias
 - Presentaciones en escuelas
4. Evaluar los recursos económicos, materiales y personales que se necesitarán para implementar el programa de educación ambiental.
 5. Establecer el tiempo, los materiales y las técnicas adecuadas para llevar a cabo el programa de educación ambiental.
 6. Evaluar los conocimientos que tiene la población seleccionada sobre el tema a tratar, antes, durante y al finalizar el programa de educación ambiental.

6.2. Monitoreo

Como ya se mencionó anteriormente, los muérdagos son dispersados por aves a lo largo de grandes territorios. Cuando las plagas son introducidas por vectores, se vuelve necesario un monitoreo continuo para la detección de estos patógenos de manera oportuna (Wittenberg & Cock, 2001). En México, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) ha desarrollado un Manual de Tratamientos Fitosanitarios en donde se establece un protocolo para el monitoreo de los muérdagos. A continuación, se detalla un esquema de monitoreo basado en dicho documento (CONAFOR, 2017):

1. **Materiales:** tablas de registro, formatos de registro (ANEXO), guantes, lápiz, cámara fotográfica, GPS, botas.
2. **Métodos:** Realizar un recorrido en cada época climática (secas, lluvias y tormentas) en la zona de manglar de la Laguna del Ostión y principalmente a lo largo del arroyo Temoloapan y del río Huauzuntlán (Figura 3). Cuando se detecte un árbol infectado se precederá con lo siguiente:
 - a. **Ubicar árboles infectados:** Se georreferenciarán los árboles infectados con el muérdago en coordenadas geográficas decimales y datum WGS84.
 - b. **Tomar fotografías del árbol invadido** desde diferentes ángulos.
 - c. **Determinar las especies,** tanto del mangle afectado como del muérdago parásito.
 - d. **Estimar la superficie afectada:** De acuerdo al Manual de Tratamientos Fitosanitarios el cálculo del porcentaje de afectación del muérdago sobre el mangle se hace a partir de considerar a la copa de éste como el 100%, posteriormente se procede a agrupar mentalmente la superficie ocupada por el muérdago en una sola área y se le agrega el valor que le corresponda siguiendo las ilustraciones de la Figura 4 y relacionándolo con la Tabla 1 para determinar el grado de infección.

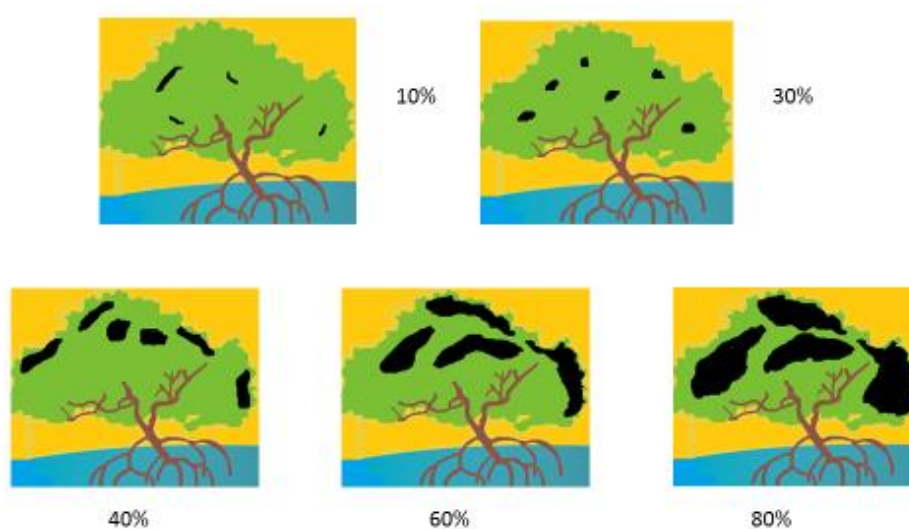


Figura 4. Porcentaje en volumen de la invasion de muérdago sobre el mangle para determinar el grado de invasión. Elaborado por: Fomento Ecológico y Social A. C.

Tabla 1. Valores para determinación de grado de infección de muérdago (CONAFOR, 2017).

| Grado de Infección | Daño | % Volumen infectado de la copa |
|--------------------|--------|--------------------------------|
| 0 | Sano | Sin infección aparente |
| 1 | Leve | 1-30 |
| 2 | Medio | 31-60 |
| 3 | Fuerte | 61-90 |

3. **Elaborar una base de datos**, con la georreferenciación de cada árbol, la determinación de la especie de mangle y de muérdago, así como el grado de infección (Tabla 1). Cabe mencionar que la información recabada dentro del ANEXO está basada en los formatos establecidos por la Unidad Coordinadora del Proyecto (2016), por lo tanto, podrán ser integrados en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
4. **Solicitar los permisos de poda**. En coordinación con la Dirección de la RBLT, se realizará la gestión ambiental necesaria para las acciones de control ante las instancias competentes.

7. Medidas de control

La selección y aplicación de los métodos de control debe basarse en conocimiento científico, por lo cual deberán conocerse los efectos negativos que podría tener la aplicación de un control químico en otras especies que no son objetivo, así como la posibilidad de que los controles biológicos se conviertan en invasivos (McNeely *et al.*, 2001). El control químico

utilizado para los muérdagos que muestra mejores resultados es el Esterón 47 (Vázquez-Collazo, 1994). Pero este producto es muy tóxico para los peces y otros organismos acuáticos (Dow AgroSciences, 2015). El reglamento administrativo de la RBLT menciona que queda prohibido desechar cualquier químico nocivo que pueda afectar a las comunidades acuáticas (CONANP, 2006). Con respecto al control biológico, se sabe que existen microorganismos e insectos que podrían ser empleados, pero aún no se han estudiado lo suficiente para ser empleados como agentes de control efectivos (Alvarado & Saavedra, 2016).

Debido a que los muérdagos son plantas parásitas, existen muchos ejemplos alrededor del mundo para su control. Por ejemplo, en España diseñaron un plan de actuación integral para el control del muérdago (Dirección General de Gestión de Medio Natural, 2009). En Estados Unidos de América también existen diversos documentos que indican los procedimientos de eliminación manual (Lichter *et al.*, 1991; Olsen, 2003; ACES, 2015), que básicamente son muy similares a los propuestos por (CONAFOR, 2017). Así mismo, en nuestro país se ha mencionado una alternativa para su aprovechamiento como fibra de papel artesanal (MAJS, 2014). Además, entre los compuestos bioactivos presentes en estas plantas se han identificado viscotoxinas, flavonoides, lectinas y polisacáridos que pueden emplearse en el tratamiento contra enfermedades vasculares (Cervantes Badillo 2006). Cabe señalar que antes de implementar cualquier tipo de aprovechamiento deberá analizarse su factibilidad social y económica, así como la aprobación de la Dirección de la RBLT.

7.1. Control mecánico

Los trabajos de control deberán realizarse durante el período de secas, pues los niveles de humedad son menores y se facilita el desplazamiento o movilidad de las brigadas. Por otro lado, estas acciones podrán financiarse a través del Programa de Empleo Temporal (PET) y el y el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES) operados por la RBLT. A continuación, se mencionan los materiales y procedimientos de eliminación de muérdago propuesto por CONAFOR (2017):

1. **Materiales:** guantes, cámara fotográfica, GPS, botas, rastrillo, pala, machete, sierras, motosierras, bolsas negras de plástico biodegradable, cuerdas, arneses y cascos.
2. **Métodos de control**
 - **Elección de estrategia de control:** Dependiendo del grado de infección, la estrategia para el control del muérdago podrá elegirse con base a la Tabla 2.

Tabla 2. Estrategia a seguir dependiendo el grado de invasión de muérdago (CONAFOR, 2017).

| Grado de infección | Manejo |
|--------------------|---------------------|
| 1 y 2 | Poda de saneamiento |
| 3 | Programa de manejo |

- **Poda.** Es necesario eliminar todas las ramas parasitadas del mangle, la distancia mínima para el corte entre el tronco y el muérdago se indica en la Tabla 3 y en la Figura 4 se puede observar un ejemplo de la poda del muérdago.
- **Sellado.** La herida de la rama debe ser sellada con cera de abeja, cola vegetal o una mezcla de cal, sal y barro (Figura 5).

Tabla 3. Diámetro de las ramas y las distancias óptimas para el sitio de corte en relación a la posición del muérdago (CONAFOR, 2017).

| Diámetro de la rama en la zona de infección (cm) | Distancia mínima entre el tronco y el muérdago (cm) |
|--|---|
| Menos de 2.5 | 15 |
| 2.5 a 5.0 | 20 |
| 5.0 a 7.5 | 25 |
| 7.5 a 10.0 | 30 |

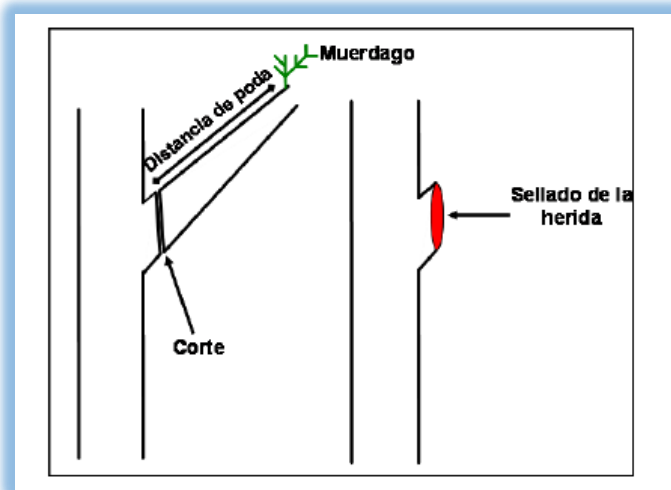


Figura 5. Distancia que debe existir entre el sitio de corte y el muérdago, y el ángulo correcto de corte. Tomado de CONAFOR (2017).

NOTA IMPORTANTE

El monitoreo debe continuar al menos una vez en cada época climática después de implementación de las medidas de control ya que se trata de una problemática latente porque la dispersión de semillas es por ornitocoria.

8. Referencias bibliográficas

ACES (Alabama Cooperative Extension System). 2015 Alabama Cooperative Extension System. Controlling Mistletoe in Trees. Fecha de actualización: 2015. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2017.

<http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1454/ANR-1454.pdf>

Alvarado, D. & Saavedra, L. L. 2016. La investigación sobre las plantas parásitas en México. En: Memorias del Foro Nacional: Las Plantas Parásitas en México. Texcoco, Estado de México, México.

Arriola, V. J., Velasco, E., Hernández, T., González, A. & Romero, M. E. 2013. Los muérdagos verdaderos del arbolado de la Ciudad de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*. 4 (19): 34-45.

CABI (Centre for Agricultural Bioscience International). 2012. *Stop the Invasion of Alien Species*. Francis, D. & Ramnanan, N. (Ed.) Trinidad y Tobago. Caribbean and Latin America Centre for Agriculture and Biosciences International. 81 p. ISBN: 978-976-8242-22-8

Calderón-de-Rzedowski, G. 2001. Loranthaceae. In Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. *Flora fanerogámica del Valle de México* Instituto de Ecología A.C. y CONABIO. México. 98-102 p.

Cervantes-Badillo, M. G. 2006. Escrutinio de compuestos Bioactivos en especies Americanas de muérdago. Tesis de Maestría, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.

Cid, R. M. & Ponce, M. S. 2002. Estructura e histoquímica del desarrollo del fruto de *Cladocolea loniceroides* (van Tieghem) Kuijt. En: *Memorias del XV Congreso Mexicano de Botánica*. Querétaro, Querétaro.

Cid, R. M. 2006. Biología del desarrollo de *Cladocolea loniceroides* (Van Tieghem) Kuijt (Loranthaceae). Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.

Cid, R. M., Ponce, M. S. & Engleman, M. E. 2005. Germination of *Cladocolea loniceroides* (van Tieghem) Kuijt (Loranthaceae). *En: Memorias del XVII International Botanical Congress*. Viena, Austria.

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2017. Manual de Tratamientos Fitosanitarios. Fecha de actualización: Sin información. Fecha de consulta: 16 de julio de 2017.

<http://www.camafu.org.mx/index.php/NoticiasAnteriores/articles/sanidad-forestal-manual-de-tratamiento-fitosanitario-conafor.html>

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2006. *Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 296 p. ISBN:968-817-812-8.

Cházaro, B. M., Huerta, M. F. M., Patiño, B. R. M., Sánchez, F. R., Lomeli, M. E. & Flores, M. A. 1993. Los muérdagos (Loranthaceae) de Jalisco, parásitas poco conocidas. *Ciencia y Desarrollo*. 17 (102): 70-86.

Chediack, S. 2009. Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué?. Becerra, R. (Ed.) D.F. México Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad México. 87 p. ISBN: 978-607-7607-24-3

Dueñas-Gómez, H.C. & Franco-Roselli, P. 2001. Sinopsis de las Loranthaceae de Colombia. *Caldasia*. 23 (1-2): 81-99.

Dettke, G. A. & Waechter, J. L. 2014. Estudo taxonômico das ervas-de-passarinho da Região sul do Brasil: I. Loranthaceae e Santalaceae. Rodriguésia-Instituto de Pesquisas *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. 65 (4): 939-953.

Dibong, D. S., Laurier, E. O. N., Din, N., Jules, P. R., Victor, T., Henri, F., Salle, G. & Akoa, A. 2009. Artificial infestations of *Tapinanthus ogowensis* (Engler) Danser (Loranthaceae) on three host species in the Logbessou Plateau (Douala, Cameroon). *African Journal of Biotechnology*. 8 (6): 1044-1051.

Dirección General de Gestión de Medio Natural. 2009. Plan de actuación integral para el control de muérdago en el Monte Sant Joan de Penyalgosa. Fecha de actualización: sin información. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2017.

http://www.agroambient.gva.es/documents/20551003/102695344/plan_control_muerdago/c58b36bf-34ce-4f50-a9a3-16c8af5fbb2f

Dow AgroSciences. 2015. Hoja de Seguridad del Producto ESTERON™ 47M. Fecha de actualización: 15 de mayo de 2017. Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017.

<http://www.dowagro.com/es-mx/latamnorte/productos/proteccion-de-cultivos/herbicida/esteron-47-m>

Enciclovida. 2016. Injerto de huizache (*Psittacanthus calyculatus*). Fecha de actualización: 24 de mayo de 2016. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2017.

<http://enciclovida.mx/especies/6033971>

García, G. 1998. La familia Loranthaceae (injetos) del estado de Aguascalientes, México. *Polibotánica*. (7): 1-14.

Gutiérrez, C., Zamora-Crescencio, P. & Puc-Garrido, E. C. 2013. Estructura y composición florística de la selva mediana subperenifolia de Hampolol, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*. 15 (1): 1-8.

Gutiérrez, M. 1994. Revision bibliografica sobre los muerdagos (Loranthaceas) de México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. 140 p.

Houehanou, T. D., Kindomihou, V. & Sinsin, B. 2011. Effectiveness of conservation areas in protecting Shea trees against hemiparasitic plants (Loranthaceae) in Benin, West Africa. *Plant Ecology and Evolution*. 144 (3): 267-274.

Howell, B., Melgar, J. C. & Mathiasen, R. L. 2005. Efecto de *Psittacanthus angustifolius* en el crecimiento de *Pinus oocarpa* en Honduras. *TATASCAN Revista Técnico Científica*. 17 (1): 29-38.

IBUNAM (Instituto de Biología). 2000. *Psittacanthus calyculatus* (DC.) G. Don, ejemplar de: Herbario Nacional de México (MEXU), Plantas Vasculares. Fecha de actualización: 10 de marzo de 2014. Fecha de consulta: 6 de septiembre de 2017

<http://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:MEXU:996564>

IBUNAM (Instituto de Biología). 2008. *Struthanthus cassythoides* Millsp. ex Standl., 1930 - IBUNAM:MEXU:PA980717". Fecha de actualización: 13 de octubre de 2008. Fecha de consulta: 6 de septiembre de 2017

<http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:PA980717>

ISC (Invasive Species Compendium). 2014. Invasive Species Toolkit for Local Government Information for Local Government, British Columbia, Canada. Developers and Real Estate Professionals, Invasive Species Council of British Columbia. 49 p.

Lee, S. G., Chung, J. M., Kim, S. S., Woo, S. Y. & Kang, H. D. 2013. Distribution, habitat characteristics and assessment of the conservation status of a rare mistletoe species, *Loranthus tanakae* (Loranthaceae) in Korea. *Journal of Korean Forest Society*. 102 (3): 428-436.

Lichter, J. M., Reid, M. S. & Berry, A. M. 1991. New methods for control of leafy mistletoe (*Phoradendron* spp.) on landscape trees. *Journal of Arboriculture*. 17 (5): 127-130.

MAJS. 2014. Control de la plaga del muérdago mediante su aprovechamiento en la elaboración de papel artesanal. Fecha de actualización: Sin información. Fecha de consulta: 16 de julio de 2017.

http://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria22/feria178_01_control_de_la_plaga_del_muérdago_mediante_su_aprov.pdf

McNeely, J. A., Mooney, H. A., Neville, L. E., Schei, P. & Waage, J. K. 2001. A Global Strategy on Invasive Alien Species. McNeely, J. A., Mooney, H. A., Neville, L. E., Schei, P., & Waage, J. K. (eds.) Switzerland and Cambridge. International Union for Conservation of Nature. 50 p. ISBN: 2-8317-0609-2

Mourão, F. A., Jacobi, C. M., Figueira, J. E. C. & Batista, E. K. L. 2009. Effects of the parasitism of *Struthanthus flexicaulis* (Mart.) Mart.(Loranthaceae) on the fitness of *Mimosa calodendron* Mart.(Fabaceae), an endemic shrub from rupestrian fields over ironstone outcrops, Minas Gerais State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*. 23 (3): 820-825.

Olsen, M. W. 2003. True Mistletoes. Arizona, U. S.: The University of Arizona Cooperative Extension & College of Agriculture and life sciences. Publication AZ1308. 3 p.

Orozco, A., Rada, F., Azocar, A. & Goldstein, G. 1990. How does a mistletoe affect the water, nitrogen and carbon balance of two mangrove ecosystem species?. *Plant, Cell & Environment*. 13 (9): 941-947.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2016. Servicio de consultoría para el diseño de un plan de control y monitoreo de cinco especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biósfera los Tuxtlas. Diagnóstico de la situación de las especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biósfera los Tuxtlas, presentado a la CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G.

J., Luna-Aguilar, L. A. y G. E. Martínez-Romero Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México. 50 p.

Rodríguez, A., Berro, B., Valdés, O. & Quintana, I. 2012. Educación ambiental: prevención, gestión y manejo del riesgo en situaciones de desastres. Rodríguez, A., Berro, B., Valdés, O. & Quintana, I. (Eds.) La Habana, Cuba. La Habana: Editorial Ciencias Médicas. 104 p. ISBN: 978-959-212-774-6

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. *Guía para elaborar programas de educación ambiental no formal*. México D. F. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU). 39p. ISBN: sin número.

SFRC (School of Forest Resources and Conservation). 2015. Mistletoe. Fecha de actualización: 30 de julio de 2015. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2017.

<http://sfrc.ufl.edu/extension/4h/foresthealth/stress/mistletoe.html>

Valencia, D. 2009. El muérdago en la Ciudad de México. *Arbolama*. (2): 1-30.

Vázquez-Collazo, I. 1994. Determinación de la época y dosis del Esterón 47M para el control del muerdago verdadero (*Psittacanthus calyculatus*) en mezquite (*Prosopis laevigata*). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 19 (76): 27- 50.

Vázquez, I. & Geils, B. W. 2002. *Psittacanthus* in Mexico. In: Geils, B. W., Tovar, J. C. & Modoy, B. (eds.). *Mistletoes of North American Conifers*. Department of Agriculture, Forest Service. Utah, USA. 9–16 p.

Vera, A., Martínez, M. & Nava, W. 2011. Hemiparásitas de las especies de mangle de la Ciénaga de La Palmita, estado Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 28 (1): 110-119.

Vibrans, H. 2010. *Psittacanthus calyculatus* (DC.) G. Don. Fecha de actualización: 26 de diciembre de 2010. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2017.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/loranthaceae/psittacanthus-calyculatus/fichas/ficha.htm>

Villaseñor, R. J. L. & Espinosa, F. J. 1999. *Catálogo de malezas de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 448 p. ISBN: 9681658787

Vitousek, P. M., Antonio, C. M., Loope, L. L. & Westbrooks, R. 1996. Biological invasions as global environmental change. *American scientist*. 84 (5): 468.

Wittenberg, R. & Cock, M. J. W. 2001. Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices. Wittenberg, R. & Cock, M.J.W. (Eds.) Wallingford, Oxon, UK Centre for Agricultural Bioscience International. 228 p. ISBN: 0 85199 569 1

Zavaleta, Y. 2008. Identificación, incidencia y severidad del muérdago en el cañón de los lirios de la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

ANEXO

Formato de registro

Fecha: _____ Municipio: _____
Nombre del predio o paraje: _____
Hora de Inicio: _____ Hora de término: _____
Altitud: _____ Coordenadas geográficas: _____
Marca y modelo de GPS: _____ Precisión GPS: _____

| Cuadrante | Individuos infectados | Especie de mangle | Especie de muérdago | % de afectación |
|-----------|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Observaciones adicionales: _____

Nombre de Brigadistas: _____

