

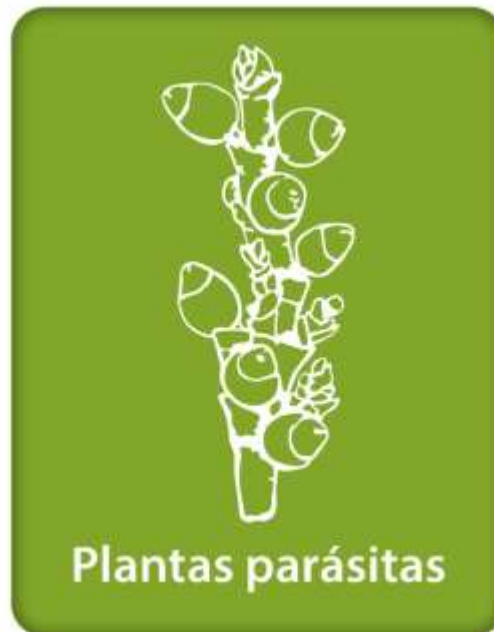


## ***RED TEMÁTICA EN SALUD FORESTAL:***

*Línea de investigación:*  
***Plantas Parásitas***

Informe 2018:

Proyecto: Identificación, evaluación y manejo integrado de plantas parásitas en cuatro regiones de México: noroeste (Durango), centro-occidente (Michoacán y Jalisco), oriente (Puebla y Veracruz), centro-sur (estado de México y Tlaxcala)



**Coordinador General:**  
Dr. David Cibrián Tovar

**Coordinador de línea:**  
Dr. Víctor Javier Arriola Padilla

Texcoco, Edo. de México, Diciembre de 2018



## **Proyecto: IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS PARÁSITAS EN CUATRO REGIONES DE MÉXICO: NOROESTE (DURANGO), CENTRO-OCCIDENTE (MICHOACÁN Y JALISCO), ORIENTE (PUEBLA Y VERACRUZ), CENTRO-SUR (ESTADO DE MÉXICO Y TLAXCALA)**

**Proyecto: Fondo Sectorial CONACYT-CONAFOR**

**Coordinador Línea: Víctor Javier Arriola Padilla**

**Responsable Técnico: Ángel Endara Agramont**

### **BREVE DESCRIPCIÓN**

Los bosques de coníferas presentan un fuerte ataque de muérdagos enanos y verdaderos, mismos que favorecen la presencia de otros patógenos como descortezadores. El proyecto responde a la pregunta de investigación: ¿Cuál es el estado fitosanitario (en términos de plantas parásitas) de los bosques en las cuatro regiones de estudio? y ¿cuáles son los métodos de control más efectivos? Ante esta problemática y debido a la variabilidad de las condiciones climáticas, fisiográficas y ambientales en las diferentes regiones, se ha decidido establecer la presente propuesta para conocer el estado fitosanitario de estos bosques, así como de la fenología de las plantas parásitas, la identificación de sus enemigos naturales y metodologías para su control, permitiendo así la ejecución de actividades silviculturales sustentables, utilizando el estado de conservación de los bosques como principal variable para determinar los tratamientos necesarios y así reducir la infestación hasta niveles aceptables.

### **INTRODUCCIÓN**

Los cambios en los ecosistemas y paisajes naturales, como respuesta al cambio climático y la presión antrópica son evidentes. A escala global estos cambios pueden alterar la dinámica de los bosques, así como su distribución geográfica (Mukti, 2009). A nivel local, las zonas alpinas y montañosas son particularmente sensibles a las variaciones de los regímenes de temperatura; como consecuencia, algunas especies han sido afectadas en su fisiología, distribución y fenología (Hughes, 2000). Los bosques son el principal proveedor de servicios ambientales para las zonas metropolitanas (Endara *et al.*, 2013); sin embargo, enfrentan problemas asociados a factores antrópicos y naturales, dentro de los que destacan la proliferación de plagas y la extracción de leña y madera con fines comerciales (Franco *et al.*, 2006).

Los muérdagos enanos afectan el desarrollo del hospedero a través del sistema endófito, involucrando procesos fisiológicos en la producción de compuestos que regulan el desarrollo del hospedero y reubican para su beneficio agua, minerales y carbohidratos. Los síntomas de la infección son crecimiento anormal de las ramas infectadas, formación de escobas de bruja, muerte regresiva de la copa y muerte de plantas jóvenes (Hawksworth, 1961; Rey *et al.*, 1991). La infestación de los muérdagos enanos ocasiona diferentes daños en su hospedero, dentro de los cuales destacan la reducción del crecimiento en altura y diámetro; en México se presentan reducciones en *Pinus hartwegii* de 47% y 22% en altura y diámetro respectivamente (Andrade, 1981; Andrade y Cibrián, 1980). Datos similares son reportados por Reséndiz *et al.* (2012),



que mencionan reducciones de 30 a 40% en altura y 40% en diámetro ocasionados por *A. globosum*. Flores (2008) cita reducciones de 60% y 17% para los mismos parámetros. Sin embargo, la reducción depende primordialmente de la intensidad del ataque, aunado a otros factores intrínsecos y extrínsecos, como la especie de pino afectado, condiciones de sitio, fertilidad del suelo, capacidad de retención de agua, y competencia con otros muérdagos que están afectando al mismo hospedero, así como eventos pasados de sequías, inundaciones o encharcamientos (Geils y Hawksworth, 2002). La mortalidad es el efecto de la interacción entre la especie del muérdago y la susceptibilidad del hospedero, siendo más notoria en árboles de menos de 25 cm de diámetro con grados de ataque superior al 3 (Hawksworth y Wiens, 1996). La infección severa del muérdago ocasiona un debilitamiento general de la planta lo cual la vuelve menos competitiva y en condiciones limitantes de humedad durante la época seca se produce la mortalidad en los rodales sin manejo y con mayor densidad de plantas (Roth, 2001).

La prevención es el método más económico y eficiente de reducir el impacto del muérdago enano; para prevenir la infestación desde su inicio, todos los árboles infestados deben ser extraídos y quemados en cada área de regeneración, antes de que pueda infestarse un nuevo rodal tomando en consideración un perímetro de seguridad, determinado por la distancia de dispersión de la semilla del muérdago (Rietman *et al.*, 2005). La dispersión de los muérdagos desde los rodales infestados es un problema para las áreas contiguas de regeneración, por lo cual se debe procurar que las áreas de regeneración queden junto a áreas libres, cercanas a rodales con especies no hospederas o a lo largo de barreras naturales y los árboles que tienden a infestarse deberán ser extraídos durante las cortas intermedias (Vázquez *et al.*, 2006). La poda de los muérdagos grandes “escobas” puede ocasionar el incremento del vigor y tiempo de vida de los árboles fuertemente infestados. Este método sólo debe aplicarse en árboles grandes de alto valor que puedan retener como mínimo 30% de la copa después de la poda, primero es necesario limpiar el estrato superior (Vázquez *et al.*, 2006).

En México se han observado insectos que se alimentan de los tallos tiernos de muérdago enano, entre ellos están los hemípteros *Neoborella* sp. en *Arceuthobium vaginatum* subsp. *vaginatum*; *Hemiberlesis* sp. Sobre *A. vaginatum* subsp. *durangense*; *Niveaspis volcanica*, frecuente en *A. gillii* subsp. *nigrum*, *A. strictum*, *A. vertilliflorum*, *A. vaginatum* subsp. *vaginatum*, *A. vaginatum* subsp. *durangense*, *A. globosum* subsp. *globosum* y *A. globosum* subsp. *grandicaule*, (Hawksworth y Stevens, 1970). Dentro de los lepidópteros existen algunos que se han reportado alimentándose frecuentemente de muérdagos como *Mitoura johnsoni* Skinner y *M. spinetorum* Hewitson (Lycaenidae), *Filatima natalis* Heinrich (Gelechiidae) y *Oasypyga altemosqllamella* Ragonot (Pyrilidae) lo cual es considerado como control natural; sin embargo, hay que ser cuidadoso, en cuáles se emplean como control biológico ya que en Colorado, EUA, las larvas de *Prunylea lunigerella* glendella Dyar (Lepidoptera: Pyralidae) se han observado alimentándose tanto del muérdago *Arceuthobiumn vaginatum* subsp. *cryptopodum* como de *Pinus ponderosa* (Mooney, 2003).

Los hongos fitoparásitos de muérdagos enanos se dividen en dos grupos: los que causan daños a brotes y frutos y los que ocasionan cánceres (Hawksworth and Geils, 1996). De los que afectan la parte aérea se encuentran *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., *Cylindrocarpon* (Septogloeum) *gillii* (Ellis) J.A. Muir, y *Caliciopsis* (Wallrothiella) *arceuthobii* (Peck.) Barr. Algunos parásitos débiles como *Alternaria*



*alternata* (Fries: Fries) von Keissler and *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud, se han observado que causan un sobre flujo de resinación de las ramas infectadas y/o del muérdago (Mark *et al.*, 1976). Los que causan cánceres pueden matar tejido de hospedero y por ende al muérdago que vive de este tejido preferentemente en hospederos bajo estrés, dentro de estos se encuentran *Cytospora abietis* Sacc. (Hawksworth, 1972) y *Neonectria* (=Nectria) *neomacrospora* (Booth & Samuels) Mantiri & Samuels (Mantiri *et al.*, 2001). Funk *et al.* (1973), observaron que *N. neomacrospora* ocasiona en forma natural reducciones de la parte aérea de 30%. En México se han detectado asociados a muérdagos los siguientes géneros de hongos *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Pestalotia*, *Phoma*, *Trichoderma*, *Lasiodiplodia*, y *Uromyces* (Plascencia *et al.*, 2007; Reséndiz *et al.*, 2012). Cortéz (2013), evaluó *Alternaria alternata*, *Fusarium proliferatum* y *Cladosporium cladosporioides* contra *Arcethobium vaginatum* en los Parque Nacionales Iztaccihual-Popocatepetl (PNIP) y la Malinche (PNLM), a los 90 días después de la aplicación solo *A. alternata* y *F. proliferatum* presentaron efectos sobre el muérdago al ocasionar marchitez y cambio de coloración. Los atributos de un efectivo agente microbiano de control de muérdago enano son: especificidad (solo dañar al muérdago y no al hospedero), su actividad debe afectar el ciclo de vida del hospedero, producir abundante inóculo en el muérdago afectado, ser capaz de distribuirse y persistir en todo el rango de distribución del hospedero, así como presentar alta infectividad y virulencia (Shamoun, 2003).

## **INSTITUCIÓN PROPONENTE: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

### **Responsables:**

Representante legal: Dr. Alfredo Barrera Baca

Responsable técnico: Dr. Angel Rolando Endara Agramont

Responsable administrativo: Dr. Carlos Eduardo Barrera Díaz

### **EQUIPO DE TRABAJO**

#### **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

#### **INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RURALES**

1. Dr. Angel Rolando Endara Agramont

**Especialidad:** Manejo y conservación de bosques de alta montaña

**Productos que generará:** Coordinará la generación de todos los productos del proyecto.

2. Dr. Sergio Franco Maass

**Especialidad:** Sistemas de información geográfica y Teledetección.

**Productos que generará:** Atlas geográfico de plantas parásitas.

3. Dr. Gabino Nava Bernal

**Especialidad:** Agrodiversidad de alta montaña y conocimiento campesino.

**Productos que generará:** Talleres de capacitación

4. Dr. William Gómez Demetrio



**Especialidad:** Política pública y modos de vida campesinos.

**Productos que generará:** Talleres de transferencia tecnológica.

5. Dr. Francisco Herrera Tapia

**Especialidad:** Procesos sociales en el medio rural.

**Productos que generará:** Talleres de transferencia tecnológica.

6. Dra. Julieta Estrada Flores

**Especialidad:** Pastos y forrajes nativos.

**Productos que generará:** Talleres de capacitación.

7. Dr. Humberto Thomé Ortiz

**Especialidad:** Turismo agroalimentario.

**Productos que generará:** Talleres de capacitación.

## **CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BIOLÓGICAS APLICADAS**

1. Dr. Octavio Monroy Vilchis

**Especialidad:** Ecología de la conservación

**Productos que generará:** Atlas geográfico de plantas parásitas, Base de datos de individuos con posible resistencia genética a plantas parásitas.

2. Dra. Martha Mariela Zarco González

**Especialidad:** Modelos de distribución espacial de fauna silvestre.

**Productos que generará:** Atlas geográfico de plantas parásitas

3. Dr. Armando Sunny García Aguilar

**Especialidad:** Genética de la Conservación.

**Productos que generará:** Base de datos de individuos con posible resistencia genética a plantas parásitas.

## **INSTITUTO INTERAMERICANO DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DEL AGUA**

1. Dr. Miguel Ángel Gómez Albores

**Especialidad:** Análisis espacio temporal.

**Productos que generará:** Atlas geográfico de Plantas parásitas.

## **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

1. Dr. Víctor Javier Arriola Padilla

**Especialidad:** Entomología Forestal.

**Productos que generará:** Documento técnico de efectividad biológica de hongos asociados a muérdagos, folleto técnico de estrategias de manejo y control de plantas parásitas y Propuesta de NOM para el manejo de bosques infestados con plantas parásitas.

2. Mtro. Ernesto González Gaona

**Especialidad:** Entomología Forestal.



**Productos que generará:** Documento técnico de efectividad biológica de hongos asociados a muérdagos

Dr. Ramiro Pérez Miranda

**Especialidad:** Silvicultura.

**Productos que generará:** Atlas geográfico de plantas parásitas.

3. Mtro. Carlos Mallén Rivera

**Especialidad:** Silvicultura.

**Productos que generará:** Propuesta de NOM para el manejo de bosques infestados con plantas parásitas.

4. Dra. Adriana Rosalía Gijón

**Especialidad:** Fitopatología.

**Productos que generará:** Documento técnico de efectividad biológica de hongos asociados a muérdagos, folleto técnico de estrategias de manejo y control de plantas parásitas y Propuesta de NOM para el manejo de bosques infestados con plantas parásitas.

#### **UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

1. Dr. Cuauhtémoc Sáenz Romero

**Especialidad:** Recursos genéticos forestales y cambio climático.

**Productos que generará:** Folleto técnico de estrategias de manejo y control de plantas parásitas y Propuesta de NOM para el manejo de bosques infestados con plantas parásitas.

2. Dr. Arnulfo Blanco García

**Especialidad:** Restauración ecológica.

**Productos que generará:** Folleto técnico de estrategias de manejo y control de plantas parásitas y Propuesta de NOM para el manejo de bosques infestados con plantas parásitas.

#### **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA**

1. Dra. Susana Guillén Rodríguez

**Especialidad:** Regeneración natural de bosques.

**Productos que generará:** Folleto técnico de estrategias de manejo y control de plantas parásitas

#### **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

1. Dr. David Cibrián Tovar

**Especialidad:** Patología forestal.

**Productos que generará:** Folleto técnico de estrategias de manejo y control de plantas parásitas.

2. Mtro. Rodolfo Campos Bolaños

**Especialidad:** Patología forestal.



**Productos que generará:** Folleto técnico de estrategias de manejo y control de plantas parásitas.

### **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

1. Dr. Rafael Calderón Contreras

**Especialidad:** Resiliencia Socioecológica

**Productos que generará:** Atlas geográfico de plantas parásitas y talleres de capacitación.

### **COLEGIO DE POSGRADUADOS CAMPUS MONTECILLO**

1. Dr. Víctor David Cibrián Llanderal

**Especialidad:** Entomología y Patología forestal

**Productos que generará:** Folleto técnico de estrategias de manejo y control de plantas parásitas.

### **ANTECEDENTES**

Los muérdagos enanos (Hawksworth y Weins, 1996; Kolb, 2002). En un estudio realizado por Vázquez *et al.* (2006), se documentó que por efecto del parasitismo de estos muérdagos se pierde un volumen promedio maderable de 1.04 m<sup>3</sup>/ha\*año, lo que representa una pérdida anual a nivel nacional de cerca de 2 millones de m<sup>3</sup> de madera en rollo. En México tienen una amplia distribución en los bosques templados, parasitando particularmente gimnospermas, considerándose al país como un centro de diversidad al presentar 21 especies del género *Arceuthobium* (Cibrián *et al.*, 2007; Mathiasen *et al.*, 2008). *Abies*, *Pinus* y *Pseudotsuga* (18 en pinos, 2 en oyamel y 1 en abeto de Douglas). Cabe mencionar a dos de las especies que afectan a pinos con extendida incidencia en bosques de alta montaña: *A. globosum* y *A. vaginatum*, que tienen dos subespecies cada una (Geils *et al.*, 2002). Estos bosques de alta montaña (>3500 msnm) son el principal proveedor de servicios ambientales para las zonas metropolitanas cercanos a ellos (Endara *et al.*, 2013), sin embargo, enfrentan problemas asociados a factores antrópicos y naturales, dentro de los que destacan la proliferación de plagas.

En el Sistema Volcánico Transmexicano, donde se encuentran las coníferas de los parques nacionales Iztaccihuatl-Popocatepetl-Zoquiapan y La Malinche, la distribución de *Arceuthobium* es muy amplia y afecta el crecimiento en diámetro y altura, así como el vigor de los árboles hasta causarles la muerte (Cibrián *et al.*, 2007). En el estado de Colima, México, nueve especies parásitas de muérdago en ecosistemas templados y tropicales. En el Estado sobresalen tres agentes causales de problemas sanitarios debido a su importancia económica y al impacto que tienen sobre el ecosistema nativo: *L. theobromae*, *P. cinnamomi* y *C. gestroi* (Valdez-Lizárraga *et al.*, 2011).

Datos reportados por Reséndiz *et al.* (2012), mencionan reducciones de 30 a 40% en altura y 40% en diámetro ocasionados por *A. globosum*. Flores (2008) cita reducciones de 60% y 17% para los mismos parámetros. Sin embargo, la reducción depende primordialmente de la intensidad del ataque, aunado a otros factores intrínsecos y extrínsecos, como la especie de pino afectado, condiciones de sitio, fertilidad del suelo, capacidad de retención de agua, y competencia con otros muérdagos que están



afectando al mismo hospedero, así como eventos pasados de sequías, inundaciones o encharcamientos (Geils y Hawksworth, 2002).

Gutiérrez (1968) realizó un estudio del efecto del parasitismo por muérdago enano (*Arceuthobium* spp.) en *Pinus montezumae* y *P. hartwegii* en dos localidades en el cerro "Telapón", Estado de México, lo que actualmente es parte del Parque Nacional Iztaccíhuatl –Popocatepetl - Zoquiapan, los resultados mostraron que el parasitismo de muérdago afecta el desarrollo en grosor del diámetro de los troncos en las dos especies de pinos; reduce el crecimiento general del muérdago. Respecto a *A. vaginatum*, según Queijeiro-Bolaños *et al.* (2015), en Zoquiapan, México, la incidencia de la especie en *P. hartwegii*, tuvo una correlación negativa con la abundancia de pinos menores a 2 m, por lo que esta especie puede estar afectando el reclutamiento de individuos juveniles.

Clark-Tapia *et al.* (2016), indican que el grado de infección por muérdago muestra asociación positiva con la altitud y orientación y una asociación negativa con la perturbación. Se encontró que al aumentar en tamaño los atributos dasométricos (altura, diámetro) se incrementa el grado de infección. *Phoradendron bolleanum* fue la especie de muérdago más abundante, siendo su hospedero más común *Juniperus deppeana*. Por otro lado, *Pinus montezumae* ha sido el principal hospedero del muérdago enano *A. aureum* subsp. *Aureum* (Guatemala), *A. aureum* subsp. *petersonii* (Oaxaca y Chiapas), *A. durangense* (Jalisco), *A. globosum* subsp. *grandicaule*, y *A. vaginatum* subsp. *vaginatum* (Hawksworth y Wiens, 1996).

## JUSTIFICACIÓN

El primer paso en el manejo de un organismo plaga es la correcta identificación y el conocimiento de sus etapas de desarrollo, para así definir las épocas de mayor susceptibilidad del muérdago y la de mayor riesgo para el arbolado circundante, así como el definir las áreas de mayor concentración de la plaga o áreas prioritarias de manejo.

Con respecto al ciclo de vida de los muérdagos enanos se ha dividido en cuatro estados: dispersión, establecimiento, incubación y reproducción. La dispersión se realiza por la contracción hidrostática del fruto maduro que expelle una sola semilla en forma de una bala a otra posición donde se ubique un hospedero susceptible; en general los muérdagos enanos no son dispersados por los pájaros como lo otros muérdagos a excepción de *Arceuthobium verticilliflorum* que es predominantemente dispersado por los pájaros debido a que sus frutos no presentan la característica de expeler con fuerza las semillas (Hawksworth *et al.*, 2002). Las semillas pueden tardar en germinar de uno a varios meses. En *A. tsugense* (Carpenter *et al.*, 1979) la dispersión ocurre en otoño y no germina hasta la primavera siguiente después de que sufre escarificación por frío durante varias semanas. El sistema endófito se desarrolla en el interior del hospedero por varios años antes de que los brotes aéreos sean producidos. A este lapso de tiempo se le denomina incubación. De la brotación al inicio de la floración pasa de uno a dos años, pudiendo florear de uno a cinco veces en la vida del brote y esta puede ser de dos a siete años. La mayoría de las especies presentan un periodo anual definido. La maduración de los frutos se lleva de cinco meses a un año o 19 meses desde la floración hasta la dispersión de las semillas (Hawksworth *et al.*, 2002). El conocimiento de la fenología permite definir las épocas para establecer las estrategias de manejo de los





muérdagos, información necesaria y prioritaria para actualizar el cuándo aplicar las medidas de combate.

Los agentes de control microbiano de muérdago enano más promisorios son *Colletotrichum gloeosporoides* y *Neonectria neomacrospora* ya que destruyen las semillas, brotes y el sistema endófito de los muérdagos; sin embargo, es necesario incrementar su efecto mediante la selección de las cepas más virulentas, incrementar el potencial de producción de inóculo y los tiempos de inducción de la infección (Shamoun y DeWald, 2002). Las cepas de *Pestalotiopsis* sp. y *Colletotrichum gloeosporoides* aisladas por Plascencia *et al.* (2007), fueron evaluadas durante 2016 a nivel de campo en Las Cuevas, Quérendaro, Michoacán, en el Área Natural Protegida Sierra de Quila, Tecolotitlán, Jalisco y en Arroyo del agua y El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. En esta ocasión se incluyeron también tratamientos con tierra de diatomeas. La evaluación se inició en noviembre y después de cuatro meses se evaluaron los tratamientos, no observándose mortalidad, aunque si efecto de daños por la aplicación de los tratamientos que se ubicaron como incipientes a ligeros acorde a una escala para tratamientos no muy agresivos (González *et al.*, 2016). Aun y cuando las cepas fueron patogénicas, los daños no son tan contundentes y rápidos, como con los plaguicidas o la tierra de diatomeas; que en este caso no funcionaron por la época que fue muy húmeda para este tratamiento y poca humedad para las cepas de los hongos. Es necesario realizar más estudios respecto a la efectividad en campo, determinando la época adecuada, las cepas más agresivas para cada ambiente, ya que, aunque se observan en forma natural mortalidades de consideración en las poblaciones de muérdagos enanos éstos siguen prevaleciendo e incrementando su incidencia y severidad. Por otra parte, se han determinado diferentes especies de insectos que afectan los muérdagos, sin embargo, no se ha evaluado su potencial como agentes de control biológico.

## **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar estrategias de manejo integrado de plantas parásitas en cuatro regiones geográficas de México.

## **Objetivos específicos**

1. Conocer la distribución espacial actual y niveles de infestación de bosques con presencia de plantas parásitas en cuatro regiones de México y determinar la distribución potencial de las especies de muérdago estudiadas a nivel nacional.
2. Evaluar tres hongos asociados al control biológico de muérdagos enanos (*Pestalotiopsis* spp., *Colletotrichum* spp., *Neonectria* spp.).
3. Plantear estrategias de manejo integrado de plantas parásitas con base en el diagnóstico y evaluación de bosques de clima templado.
4. Identificar individuos con posible resistencia genética a plantas parásitas como potenciales bancos de germoplasma.
5. Plantear una propuesta de NOM para el manejo de bosques infestados con plantas parásitas.
6. Desarrollar talleres de capacitación sobre identificación y manejo de plantas parásitas (uno por cada región de estudio), dirigido a: Actores locales, prestadores de servicios forestales y personal de CONAFOR.