



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**ESTRATEGIAS DE CONTROL DE PLANTAS PARÁSITAS EN EL BOSQUE DE
PINO-ENCINO DE SIERRA DE QUILA, JALISCO**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA:

MIRIAM ALEJANDRA ROSAS SÁNCHEZ

TUTOR ACADÉMICO:

DR. ANGEL ROLANDO ENDARA AGRAMONT

TUTORES ADJUNTOS:

DR. SERGIO FRANCO MAASS

DR. ÁNGEL ROBERTO MARTÍNEZ CAMPOS



El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. Mayo, 2024.

RESUMEN

Las plantas parásitas comúnmente conocidas como muérdagos son aquellas que se establecen principalmente en los bosques de coníferas y latifoliadas, siendo hasta el 2021 el primer agente de perturbación en los bosques, teniendo como consecuencia la fragmentación.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar la distribución espacial y los niveles de infestación de plantas parásitas en el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, estableciendo sitios temporales de muestreo (STM) circulares de 0.1 ha (35.6 m de diámetro) utilizando curvas de nivel como transectos, identificando la vegetación, características físico-geográficas y niveles de infestación de muérdagos enanos y verdaderos, lo que permitió conocer su distribución espacial dentro de esta área.

El 30% de los bosques de Sierra de Quila están infestados por muérdagos del género *Arceuthobium*, *Cladocolea*, *Phoradendron* y *Psittacanthus*, afectando a todas las categorías diamétricas y concentrándose en bosques semidensos y fragmentados, favoreciendo su establecimiento debido al estrés hídrico que presentan zonas abiertas. En las áreas con mayor infestación se pudo corroborar la presencia de un hongo aparentemente fitopatógeno (*Pestalotiopsis* sp.) que afecta al muérdago enano (*Arceuthobium durangense*), pudiendo ser utilizado como control biológico.

Es importante conocer la dinámica de la distribución espacial de las plantas parásitas para llevar a cabo estrategias de manejo y control que permitan reducir los impactos de estos patógenos a corto y largo plazo.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. ANTECEDENTES.....	9
3. REVISIÓN DE LITERATURA	10
3.1 Plantas parásitas en México y el mundo.....	10
3.2 Fenología del muérdago	11
3.2.1 Ciclo de vida del muérdago enano.....	11
3.2.2 Ciclo de vida del muérdago verdadero	12
3.3 Infestación.....	13
3.3.1 Abundancia en los hospederos.....	14
3.3.2 Localización dentro del hospedero	14
3.3.3 Diversidad de especies de muérdago dentro de un mismo hospedero	15
3.4 Técnicas de manejo y control.....	15
3.4.1 Técnicas de prevención	15
3.4.2 Técnicas de mitigación.....	16
3.4.3 Técnicas de control.....	17
4. OBJETIVOS.....	18
4.1 General	18
4.2 Específicos	18
5. JUSTIFICACIÓN.....	19
6. MATERIALES Y MÉTODOS	20
6.1 Área de estudio	20
6.2 Clima.....	21
6.3 Geología y edafología	21
6.4 Hidrología.....	21
6.5 Uso de suelo y vegetación.....	21
7. MUESTREO.....	23
7.1 Establecimiento de sitios de muestreo.....	23
7.2 Colecta de datos.....	23

7.3	Post muestreo	26
8.	RESULTADOS.....	28
8.1	Publicación del “Manual de estrategias de manejo y control de plantas parásitas” (2023).	28
8.2	Colaboración en la publicación del “Atlas de Plantas Parásitas en Bosques Templados en México” (2023).	30
8.3	Artículo enviado por invitación al volumen especial del suplemento: XXI Simposio Nacional de Parasitología Forestal la Revista Mexicana de Biodiversidad.....	32
9.	RESULTADOS ADICIONALES	34
	<i>Aspergillus</i> sp.	40
	<i>Mucor</i> sp.....	42
	<i>Rhizopus</i> sp.....	44
	<i>Penicillium</i> sp.	46
	<i>Trichoderma</i> sp.....	48
	<i>Fusarium</i> sp.	50
	<i>Pestalotiopsis</i> sp.....	52
10.	CONCLUSIONES.....	54
11.	LITERATURA CITADA	55

ÍNDICE COMPLEMENTARIO

Figuras

Fig. 1.	Ciclo de vida del muérdago enano (Agríos, 2005).....	11
Fig. 2.	Ciclo de vida del muérdago verdadero (Vázquez y Geils, 2002).....	12
Fig. 3.	a) poda y b) reforestación. Fuente: propia.....	16
Fig. 4.	a) rodal enfermo y b) ejemplo de corta de saneamiento. Fuente: a) CONAFOR (2015); b) propia.....	16
Fig. 5.	a) insectos parásitos asociados a muérdago y b) muérdago con daños por aparente hongo. Fuente: propia	17
Fig. 6.	Bosque de pino-encino de Sierra de Quila. Fuente: propia.....	20

Fig. 7. Mapa de uso de suelo y vegetación de Sierra de Quila. Fuente: elaboración propia con base en Villavicencio et al. (2015).....	22
Fig. 8. Diseño de la instalación de sitios de muestreo.	23
Fuente: elaboración propia.	23
Fig. 9. Mapa de la distribución de STM en los bosques de pino-encino del APFF Sierra de Quila. Elaboración propia con base en Villavicencio et al. (2015).....	24
Fig. 10. Instalación del sitio temporal de muestreo (STM). Fuente: propia	25
Fig. 11. Colecta de muérdagos. Fuente: propia.....	25
Fig. 12. Medición de los ejemplares botánicos. Fuente: propia.	26
Fig. 13. a) muérdago con síntomas de marchitez y presencia de escamas blancas apartentes a <i>Pestalotiopsis</i> sp. b) Siembra de muérdago en PDA (papa dextrosa saboraud) c) Aislamiento de hongos d) resultado de la purificación para la identificación microscópica. Fuente: propia con base en trabajo de laboratorio.	27
Fig. 14. Mapa de la distribución espacial y niveles de infestación de <i>Arceuthobium durangense</i> . Fuente: elaboración propia.....	35
Fig. 15. Mapa de la distribución espacial y niveles de infestación de muérdagos verdaderos. Fuente: elaboración propia.....	36

Graficas

Gráfica 1. Número de árboles con muérdago de acuerdo con las categorías diamétricas.	37
Gráfica 2. Sitios temporales de muestreo (STM) con muérdago, de acuerdo con el tipo de densidad arbórea	38
Gráfica 3. Ubicación de <i>Arceuthobium durangense</i> de acuerdo con los tercios. 38	

Tablas

Tabla 1. Plantas parásitas y hospederos.....	34
--	----

1. INTRODUCCIÓN

La cobertura forestal de México es de aproximadamente 138.7 millones de hectáreas (CONAFOR, 2021) y están sujetas a grandes presiones que amenazan la salud de sus bosques, de las cuales poco más de 52,164 has son afectadas y están distribuidas en los siguientes agentes causales de daño: plantas parásitas 21,895 ha (42 %), insectos descortezadores 13,840 ha (27 %), insectos defoliadores 11,492 ha (22 %), enfermedades como cancro resinoso, pudrición de raíz y roya 2,466 ha (5%), insectos barrenadores 1,718 ha (3 %) y otras plagas 752 ha (1 %).

Las condiciones ecológicas en algunas zonas se ven alteradas de tal manera que los bosques han perdido la capacidad de renovación y restauración ecológica y son altamente susceptibles a otras perturbaciones; particularmente insectos e incendios forestales (USDA, 2013).

Algunas de las causas que provocan el incremento de las plagas y enfermedades, son los efectos del cambio climático repercutiendo en los ecosistemas y su biodiversidad (Bentz et al., 2010), y a su vez, variables como la altitud y orientación de la ladera (Endara-Agramont et al., 2022) aumentando la vulnerabilidad de las especies forestales al ataque de plagas o enfermedades.

La CONAFOR (2007) menciona que en México se tienen registradas más de 200 especies de insectos y patógenos que provocan daños en los ecosistemas forestales. Estas afectaciones son cuantiosas en términos económicos y ambientales, debido a la pérdida directa de productos forestales, así como de cobertura arbórea y el consecuente impacto a los distintos hábitats (CONAFOR, 2021).

Una planta parásita es aquella que necesita de otra (hospedero) para su desarrollo (Press y Phoenix, 2005), provocando efectos negativos en el crecimiento de diámetros y alturas, debilitamiento, infestaciones severas y en ocasiones, la muerte de los hospederos (CONAFOR, 2018).

Se distribuyen en todas las regiones del mundo (Agrios, 1985), en bosques naturales y áreas urbanas (Cibrián et al., 2007). Abarcan especies del género *Arceuthobium*, conocido como muérdago enano y, *Cladocolea*, *Phoradendron*, *Psittacanthus* y *Struthanthus* conocidos como muérdagos verdaderos; mismos que infestan

diferentes especies de coníferas y latifoliadas (Villavicencio et al., 2015). Estos son plantas hemiparásitas con flores que se unen al tallo de su hospedero (gimnospermas y angiospermas), compitiendo con él por agua y nutrientes, impidiendo su desarrollo. Cuando son abundantes sobre el árbol, provocan la muerte de éste, sobre todo en aquellos ya enfermos (Cibrián et al., 2007).

Debido a que una vez que se han establecido no pueden ser erradicados, se aplican estrategias de control para reducir la infección (Parmater y Uvanholt, 1976). Dentro de las que encuentran: **control silvícola**, siendo este el mejor método para controlar los muérdagos mediante la eliminación física del parásito (Geils et al., 2002); **control genético**, seleccionando las especies mediante la manipulación de las masas infectadas, eliminando los árboles infectados y dejando aquellos cuyas características le permiten resistir y evitar la infección (Hernández, 2015); **control biológico**, identificando algunos hongos fitopatógenos y larvas de lepidópteros que causan grandes daños a las poblaciones y a la reproducción de los muérdagos; y **control químico**, empleando la represión o prevención de la infestación con sustancias de 2, 4-D, MCP 4-2-metil-4-cloro-fenoxi y Etephon (2-cloroetil del ácido fosfórico), solo aplicable en arbolado joven y renuevo (Shamoun et al., 2003), cabe destacar que este último no es el más viable debido a que las plantas herbáceas y arbustivas pueden verse afectadas.

Es importante mencionar que el bosque mixto de Sierra de Quila está directamente amenazado por la presencia de muérdagos; existen estudios (CONAFOR, 2007; SEMADET, 2022) donde se reporta la presencia de muérdagos enanos y verdaderos en esta área natural protegida. Es por ello que esta investigación tiene como objetivo determinar la distribución espacial de estos patógenos, así como la identificación de hongos asociados al muérdago como posible estrategia de control biológico, para ello es necesario identificar las especies de plantas parásitas asociadas a sus hospederos en conjunto con el nivel de infestación dentro del bosque de pino-encino, que permitirá identificar a corto y largo plazo las estrategias que ayuden a contrarrestar los daños en estos bosques.

2. ANTECEDENTES

En investigaciones realizadas de plantas parásitas destacan métodos de control silvícola y biológico de los muérdagos. El desarrollo de métodos de control es fundamental, ya que se prevé el aumento de esta plaga como respuesta al cambio climático global (Ayres y Lombardero, 2000).

Una de las causas que provocan el incremento de las plagas y enfermedades son los efectos del cambio climático, repercutiendo en los ecosistemas y su biodiversidad, aumentando la vulnerabilidad de las especies forestales al ataque de plagas o enfermedades (Bentz et al., 2010), entre las que destacan las plantas parásitas.

Específicamente en la Sierra de Quila, Villavicencio et al. (2005) mencionan que el muérdago está presente en este bosque sobre *Pinus douglasiana*, aunado a que los bosques en gran medida son fragmentados lo que puede facilitar la invasión debido al cambio microclimático, dado por la disponibilidad de luz y variaciones de temperatura.

Cabe mencionar que una vez que se han establecido en los bosques es necesario implementar acciones que permitan controlar el incremento de estas poblaciones, por lo que Kuijt (1969) y Hawksworth (1983) destacan que la eliminación periódica de brotes de muérdago, la poda de ramas infectadas y remoción de árboles severamente infectados, han sido las prácticas más comunes de manejo; por otro lado, Geils et al. (2002), Vázquez et al. (2006) y Mathiasen et al. (2008), mencionan que la remoción de los brotes del hospedante no elimina la infección, pero reduce su reproducción e incrementa el vigor del hospedante; aunque algunos muérdagos rebrotan a partir de su sistema haustorial varios años después.

Shamoun et al., (2003), mencionan que existen microorganismos (hongos fitopatógenos) que se alimentan y desarrollan sobre distintas especies de muérdagos, que pueden ser empleados como agentes de control, atacando a la planta parásita sin causar daños en los hospederos.

Por otra parte, estas plantas tienen un valor ecológico, ya que son indicadores de la salud del bosque, a mayor perturbación responden proliferando (Cházaro et al., 1992), y presentan un papel importante en el mantenimiento de la diversidad

forestal al proporcionar recursos alimentarios para algunas especies animales debido a la disponibilidad de su fruto en épocas en las que otros alimentos son escasos (Matula et al., 2015).

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Plantas parásitas en México y el mundo

Las plantas parásitas son aquellas que necesitan para su desarrollo a otra planta (hospedero), en la que desarrollan hábitos parasitarios (Press y Phoenix, 2005), dependiendo de este para tener el soporte físico de carbohidratos, agua y minerales (Espinoza et al., 2019) ya que son incapaces de absorberlos directamente del suelo (Marchal, 2009), provocando efectos negativos en el crecimiento del diámetro y altura, debilitamiento, infestaciones severas y en ocasiones, la muerte de los árboles y arbustos que hospedan (CONAFOR, 2018). Este parasitismo ha evolucionado 12 veces de manera independiente (Westwood et al., 2010 y Nickrent, 2011).

De acuerdo con Bell y Adams (2011) existen aproximadamente 4,100 especies de angiospermas parásitas en todo el mundo, con un amplio rango de distribución, hospedantes, formas, tallas y estrategias de vida, mismas que se distribuyen en 19 familias y 277 géneros. De especial interés en este estudio Loranthaceae y Santalaceae familias a la cuales pertenece el muérdago, que a su vez corresponden a diferentes géneros, de los cuales *Arceuthobium* abarca 42 especies, 34 en América y ocho en el resto del mundo; *Cladocolea* registra a nivel mundial 25 especie, de las cuales 20 están en México; *Phoradendron* alrededor de 300 especies presentes en todos los estados del país; *Psittacanthus* endémico del continente americano con aproximadamente 80 especies desde México hasta Argentina y 14 únicamente en México y *Struthanthus* se encuentra en el continente Americano con cerca de 60 especies distribuidas desde México hasta Brasil, de las cuales se registran ocho especies específicamente en el territorio mexicano (Cibrián et al., 2007).

3.2 Fenología del muérdago

3.2.1 Ciclo de vida del muérdago enano

La enfermedad se establece como resultado de la explosión de semillas desde el hospedador (Manion, 1991). Este se divide en cuatro fases (Fig. 1): dispersión (expulsión balística de las semillas), establecimiento (comprende la llegada de la semilla al hospedero y su posterior germinación), incubación (desarrollo del sistema endofítico) y reproducción (formación de tallos aéreos con flores) (Mathiasen et al., 2008).

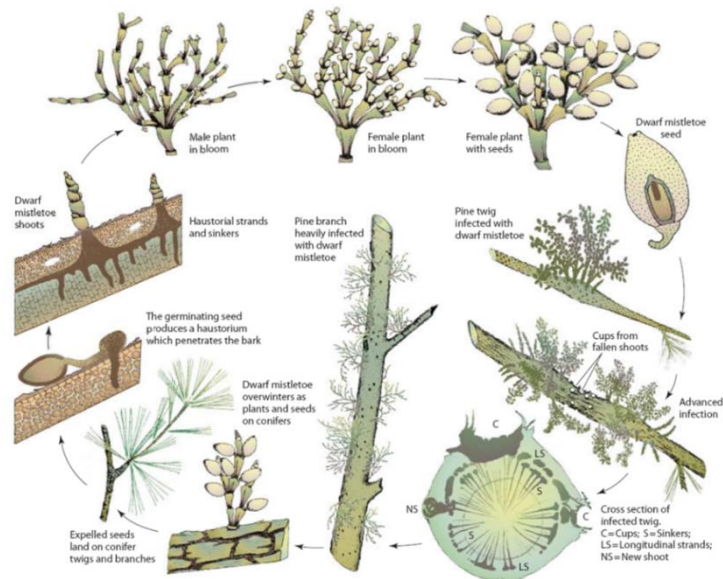


Fig. 1. Ciclo de vida del muérdago enano (Agrios, 2005).

La dispersión empieza cuando el fruto maduro descarga su semilla en forma explosiva lanzando sus frutos a una distancia de hasta 15 metros (Rodríguez, 1983 y Vázquez et al., 2006), se produce mediante un mecanismo explosivo que permite arrojarlas a una velocidad inicial de 24-27cm/seg (Valdivia, 1964). La distancia recorrida depende de la ubicación del muérdago en el árbol, la velocidad del viento y la densidad de la masa arbórea, alcanzando un recorrido horizontal promedio de 4 a 6 metros (Rodríguez, 1983).

El establecimiento (llegada de semillas al hospedero para su germinación) inicia cuando emerge una radícula y se proyecta hacia el interior del tejido del

hospedero, que puede penetrar a través de las hendiduras de la corteza, o por las yemas foliares (Rodríguez, 1983). Al crecer el tallo y las ramas de los hospederos inicia la incubación (desarrollo del sistema endofítico), este periodo puede ser de dos a tres años (Baranyay y Smith, 1972).

La reproducción (formación de tallo aéreo con flores) se identifica cuando los tallos del muérdago habitualmente emergen después de haber implantado la semilla, en promedio viven de dos a tres años, pero nuevos brotes emergen reemplazando a los que van muriendo. En el segundo año de madurez, producen por separado flores masculinas y femeninas, este periodo es de cuatro a seis semanas, hasta la producción de frutos maduros (Rodríguez, 1983).

3.2.2 Ciclo de vida del muérdago verdadero

El ciclo biológico de los muérdagos verdaderos varía de acuerdo con la especie, clima y altitud. Generalmente presenta un ciclo de vida de cinco años (Fig. 2), tres de los cuales son de crecimiento vegetativo, siete meses de floración y 16 de fructificación (Vázquez, 1993; Vázquez y Geils, 2002).

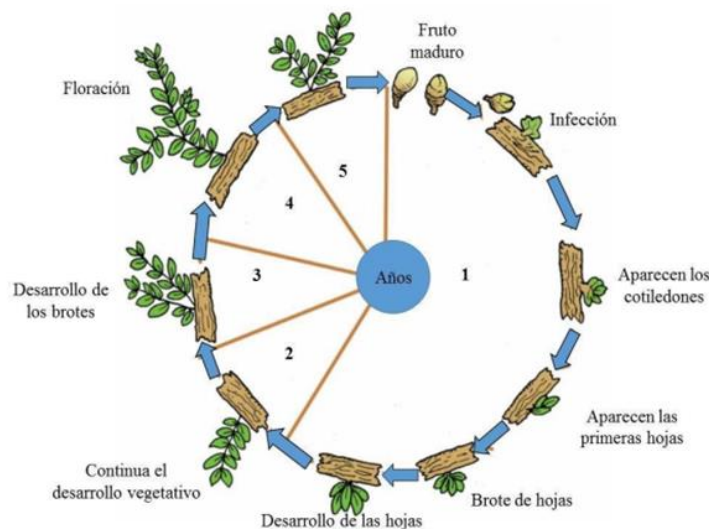


Fig. 2. Ciclo de vida del muérdago verdadero (Vázquez y Geils, 2002).

Las semillas son dispersadas por las aves que se alimentan de las frutas y al defecar en las ramas, las semillas pueden caer a las ramas inferiores infestado por gravedad. Cuando la porción basal de una semilla madura hace contacto con la corteza del árbol, para la posterior germinación, influenciada por temperatura, humedad y luz (Vázquez et al., 2006; Vázquez y Geils 2002.)

Al establecerse las semillas germinan desarrollando una radícula que entra en contacto con el hospedante, penetra en la corteza hasta alcanzar tejidos vasculares y desarrollar los llamados haustorios corticales (De la I-De Bauer, 1984), posteriormente empieza a germinar y cinco meses después se producen las primeras hojas, continuando en crecimiento durante el primer año (Vázquez, et al., 2006; Vázquez y Geils 2002).

Al reproducirse, los botones florales comienzan a crecer después del cuarto año. La floración se alcanza a los seis meses, la maduración del fruto necesita alrededor de un año, por lo tanto, requieren aproximadamente de cinco años para completar su ciclo (Vázquez y Geils, 2002).

3.3 Infestación

Se conoce como infestación al mecanismo de invadir un organismo y multiplicarse en él, causando daños y estragos (Rodhe, 2012), lo que hace referencia al muérdago, ya que una vez que se ha fijado a su hospedero, los haustorios liberan reguladores de crecimiento que mantienen abiertas las vías de intercambio de recursos y minimizan las reacciones defensivas del árbol, el muérdago ya establecido mantiene sus estomas abiertas, por lo que tiene un potencial de agua mayor que el del árbol, de esta forma puede succionar grandes cantidades de agua, en ocasiones más del doble del volumen que requeriría un área superficial equivalente del follaje del árbol, por lo que el sitio de infección se convierte en una estructura débil, por la que pueden entrar al árbol hongos, bacterias e insectos (Marchal, 2009).

3.3.1 Abundancia en los hospederos

Para determinar el grado de afectación del muérdago existen dos sistemas de evaluación, de forma individual y del rodal, el primero para muérdagos enanos, se hizo una adaptación al sistema de seis clases de Hawksworth (1977), que consiste en delimitar a los individuos en tercios, evaluando cada tercio por separado; a cada uno se le asigna una calificación, 0: infestación no visible, 1: infestación ligera ($\frac{1}{2}$ o menos de las ramas infectadas) y 2: infestación severa (más de $\frac{1}{2}$ de las ramas infectadas o en el fuste). De acuerdo con el volumen que ocupan en los individuos se dan cuatro grados de infestación a nivel de rodal: 0 (sano), 1 y 2 (bajo), 3 y 4 (medio), 5 y 6 (severo).

El segundo, para muérdagos verdaderos es el sistema de 4 clases de Alvarado y Saavedra (2005), que consiste en delimitar de forma precisa la copa del árbol, considerando el volumen de ésta como el 100%; posteriormente, se cuenta el número y distribución de los muérdagos en la copa y se les da un valor numérico, considerando el 0 % como sano, y hasta más del 90 % como severamente infestado. De acuerdo con el volumen que ocupan los muérdagos en la copa dentro de un rodal, se identifican cuatro grados de infestación: 0 (sano), 1 (leve), 2 (medio) 3 (severo).

3.3.2 Localización dentro del hospedero

Por su condición de hemiparásitas (parasitismo parcial) los muérdagos son plantas arbustivas que se establecen en la parte aérea, más frecuente en ramas (muérdagos verdaderos) o en las ramas y/o en el fuste (muérdagos enanos), que afectan el desarrollo de su hospedero a través del sistema endofítico (Hawksworth, 1961; Rey et al., 1991) provocándole cambios fisiológicos y bioquímicos (Mathiasen et al., 2008).

Si el muérdago está situado en ramas se pueden aplicar técnicas de control, prevención y/o mitigación, de lo contrario, si está en el fuste del individuo estará en

mayor riesgo puesto que los haustorios están establecidos dentro del individuo y el daño será irreversible.

3.3.3 Diversidad de especies de muérdago dentro de un mismo hospedero

La presencia de dos especies de muérdago coexistiendo y parasitando incluso el mismo árbol ocurre en algunas ocasiones (Aldeco, 2018); por ejemplo; Queijeiro (2007) menciona que una o más especies de muérdago en un mismo individuo tienen interacción competitiva, explotan los mismos recursos y pueden tener como estrategia competitiva la distribución vertical diferencial sobre el hospedero.

El parasitismo dual es conocido como la presencia de dos especies de muérdago en un mismo individuo, las cuales tienen requerimientos ecológicos similares, tal es el caso de *Arceuthobium globosum* y *A. vaginatum* sobre *Pinus hartwegii* (Hawksworth y Wiens, 1996).

3.4 Técnicas de manejo y control

3.4.1 Técnicas de prevención

Consiste en mantener una plaga de manera que no se convierte en un problema, ya sea evitando su introducción o dispersión a otras zonas (Jiménez, 2009). Estas técnicas hacen referencia a la remoción física del muérdago (Cárdenas, 2014), contribuyendo a reducir la incidencia de la enfermedad (Vázquez-Collazo et. al., 2006).

Dentro de estas destacan: **poda** (Fig. 3a) de ramas infectadas, eliminando de forma periódica los brotes (Contreras, 2016), siendo una herramienta muy importante para el control de muérdagos enanos y verdaderos con niveles de infestación bajo y medio (Vázquez- Collazo et al., 2006); y **reforestación** (Fig. 3b), ya que la dispersión de muérdago es un problema en las áreas de regeneración, por lo que la alternativa es que se empleen en áreas no infestadas o en rodales con especies no

hospederas a lo largo de las barreras naturales, ayudando a prevenir la reinfestación del área (Vázquez-Collazo et al., 2006).



Fig.3. a) poda y b) reforestación. Fuente: propia.

3.4.2 Técnicas de mitigación

Consiste en la reducción del nivel de plaga o de daño a un nivel aceptable (Jiménez, 2009). Se realiza la remoción del muérdago o la eliminación del hospedante (Cárdenas, 2014). Se pueden aplicar técnicas de corta (Vázquez et al., 2006); por ejemplo, corta de saneamiento, en esta se deben eliminar aquellos individuos que tengan un grado de infestación severo; por otro lado, se puede hacer matarrasa, donde se recomienda la aplicación de esta técnica en rodales donde más del 75% de la población este infestada severamente; sin embargo, se sugiere reforestar después de aplicarla.



Fig. 4. a) rodal enfermo y b) ejemplo de corta de saneamiento.
Fuente: a) CONAFOR (2015); b) propia.

3.4.3 Técnicas de control

Consiste en la destrucción/eliminación de la plaga de un área determinada (Jiménez, 2009), que pueden proveer métodos efectivos para reducir del impacto de plantas parásitas. Dentro de estas técnicas, se encuentran: el control biológico, que consiste en las acciones de enemigos naturales contra la plaga: sobre todo el uso de depredadores, insectos parásitos, hongos, bacterias, virus y nematodos; control genético, control químico y el manejo integrado de plagas (Jiménez, 2009).

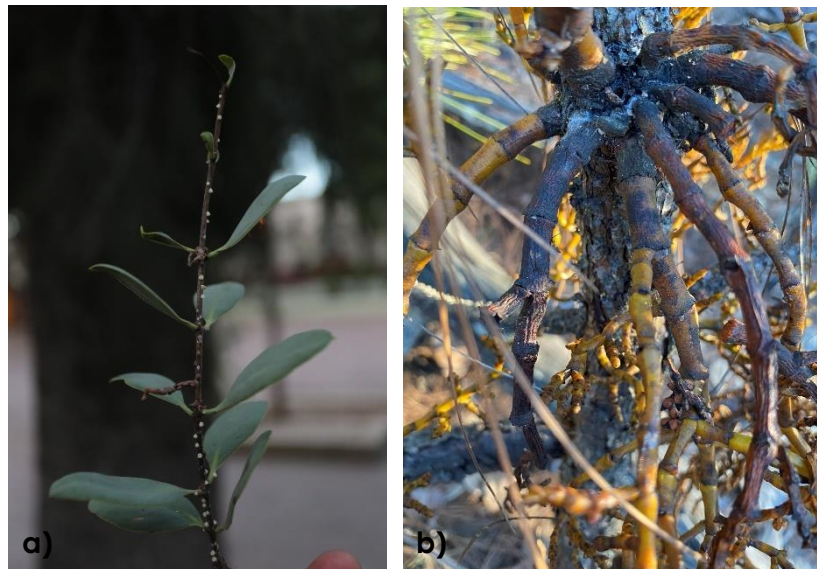


Fig. 5. a) insectos parásitos asociados a muérdago y b) muérdago con daños por aparente hongo. Fuente: propia

4. OBJETIVOS

4.1 General

Determinar la distribución espacial y los niveles de infestación de las plantas parásitas en el bosque de Sierra de Quila.

4.2 Específicos

- Identificar las especies de plantas parásitas y sus hospederos en Sierra de Quila.
- Determinar la distribución espacial y los niveles de infestación en el bosque de Sierra de Quila.
- Identificar posibles agentes de control biológico.

5. JUSTIFICACIÓN

Debido a que los bosques mixtos de Sierra de Quila son afectados por diversas especies de muérdagos enanos y verdaderos, el combate o mitigación de estos patógenos se ha convertido en un factor importante para mantener un bosque sano, en atención a esto, se han desarrollado programas de sanidad forestal, buscando el control y/o mitigación del ataque de plagas, por ello, es importante identificar las plantas parásitas, sus niveles de afectación y distribución en estos bosques, ya que contribuirá al planteamiento de estrategias de manejo y control a corto y largo plazo.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

El Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila tiene una superficie de 15,192 hectáreas (Santiago et al., 2012). Se encuentra ubicada en la parte central del Estado de Jalisco, entre los municipios de Tecolotlán, San Martín de Hidalgo y Tenamaxtlán, a 100 kilómetros al Suroeste de la ciudad de Guadalajara, Jalisco (Villavicencio et al., 2005). Forma parte del Sistema Volcánico Transmexicano, está incluida en la Subprovincia "Sierras de Jalisco", que junto con la Sierra de Manantlán mantienen conectividad forestal hasta el complejo volcánico del Nevado de Colima, formando parte de un corredor biológico que conecta al Bosque de la Primavera y la Sierra de Cacoma (Guerrero y Cházaro, 1995). Su relieve es montañoso con valles de poca extensión (Fig. 6), la topografía es muy accidentada, con pendientes de 15 a 60° (Guerrero y Cházaro, 1995) y tiene un rango altitudinal entre los 1400 hasta los 2560 msnm (Santiago et al., 2011).



Fig. 6. Bosque de pino-encino de Sierra de Quila. Fuente: propia

6.2 Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen el clima en la región es templado húmedo con lluvias en verano C(w2) (W), la temperatura media anual es mayor a los 18°C y la precipitación anual oscila entre 700 y 1,000 mm (Santiago et al., 2012).

6.3 Geología y edafología

El 93% del territorio de la Sierra de Quila está compuesto por afloramientos de roca ígnea, como basaltos, rocas ígneas extorsivas acidas y tobas (CETENAL, 1973), según su origen geomorfológico data del Periodo Terciario; y una pequeña región compuesta por rocas ígneas intrusivas como granito y otra porción con suelo aluvial correspondiente al Cretácico (Guerrero y López, 1997).

Los principales tipos de suelo dentro de esta área según la clasificación FAO/UNESCO y de acuerdo con (IIEG, 2018), son Feozem (41 %), Regosol (28.7%), Cambisol (26.1 %), Litosol (2.7 %), Luvisol (1.1 %) y Vertisol (0.3%).

6.4 Hidrología

Es una zona de gran importancia para la recarga de acuíferos dentro de la región centro del Estado de Jalisco (SEMADES, 2010), suministra sistemas fluviales importantes, en dirección Norte, la "Región hidrológica Rio Ameca", y en el extremo sur la "Región hidrológica del Río Ayuquila-Armeria" (SEMADES, 2010). Cabe destacar la existencia de manantiales y arroyos que abastecen de agua potable a algunas de las poblaciones situadas en las inmediaciones de la sierra (Talavera, 2000).

6.5 Uso de suelo y vegetación

La diversidad de las condiciones geográficas y climáticas caracterizan el área por albergar una muestra representativa de la biodiversidad del occidente de México. Los tipos de suelo y vegetación presentes en esta área corresponden a (Fig. 7):

Bosque de Pino-Encino (5481 has), Bosque de Encino-Pino (2348 has), Bosque de Encino (3401 has), Bosque Abierto (648 has), Selva Baja Caducifolia (2888 has), Agricultura (14 has), Pastizal (336 has) y Áreas sin vegetación (74 has) (Villavicencio et al., 2015).

Las especies arbóreas dominantes por su abundancia son *Pinus lumholtzii* B.L. Ron. & Fernald, *P. douglasiana* Martínez, *P. oocarpa* Scheide var. *oocarpa*, *P. devoniana* Lindl., *P. herrerae* Martínez, *Quercus resinosa* Liebm., *Q. obtusata* Humb. & Bonpl., *Q. castanea* Née, *Q. candicans* Née, *Q. laeta* Liemn., *Q. eduardii* Trel. y *Q. magnolifolia* Née. (Guerrero y López, 1997; Santiago et al., 2012).

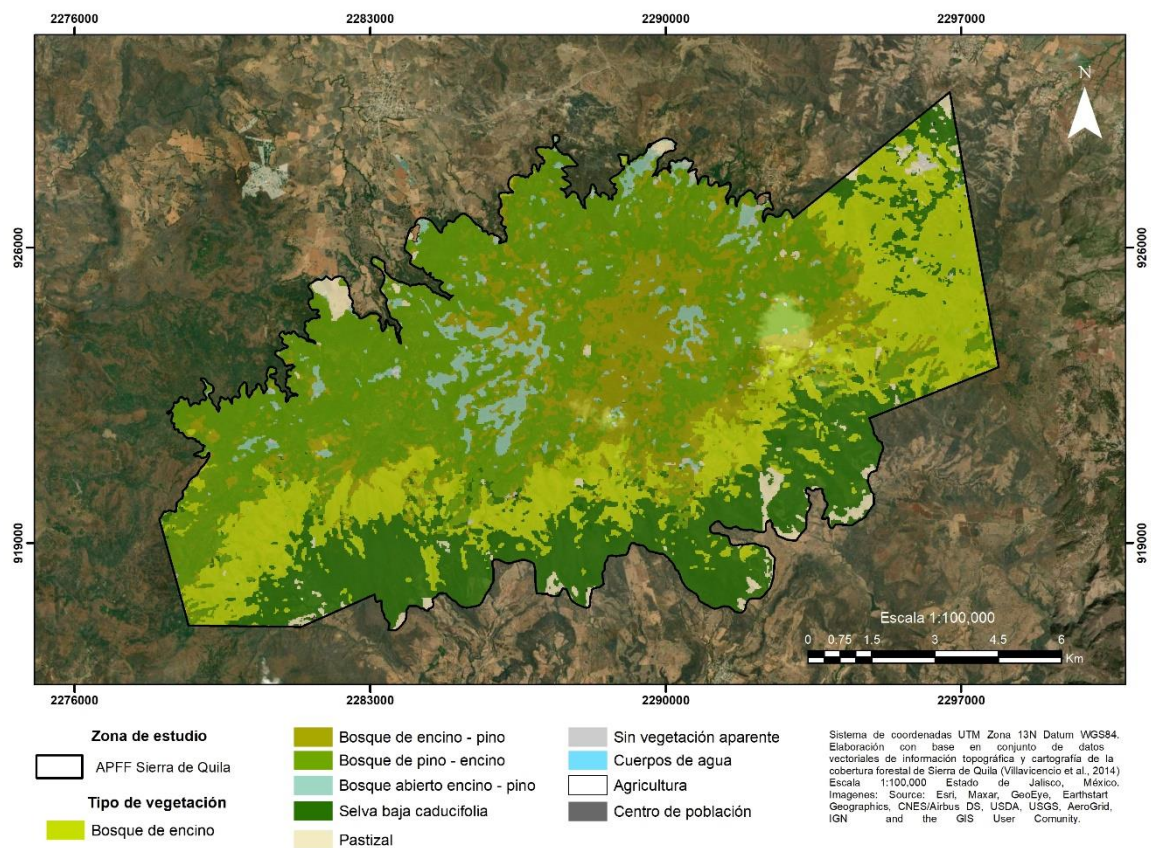


Fig. 7. Mapa de uso de suelo y vegetación de Sierra de Quila. Fuente: elaboración propia con base en Villavicencio et al. (2015)

7. MUESTREO

7.1 Establecimiento de sitios de muestreo

Según BOLFORD y PROMABOSQUE (1999), el establecimiento de sitios temporales de muestreo (STM) es un método que permite dar seguimiento al crecimiento y rendimiento del bosque. Lo anterior con la finalidad de conocer no solo el estado fitosanitario del bosque, sino que también la perturbación, calidad y estado de conservación de este.

De acuerdo con lo mencionado se utilizó el método de transectos (Dauber, 1995), que permitió establecer 330 STM por encima de la cota altitudinal de los 2000 msnm y hasta los 2600 msnm, únicamente en asociaciones arbóreas de pino-encino y encino-pino, utilizando las curvas de nivel como líneas de acceso al bosque, con una separación altitudinal de 100 m, esto debido a la variabilidad climática y cambios de vegetación asociadas a la altitud (Mayer y Ott, 1991) y con una equidistancia de 300 m uno del otro, lo que permitió superar la intensidad mínima de muestreo (recomendada 0.28%) (BOLFORD, 2000).

7.2 Colecta de datos

El trabajo de campo se llevó a cabo de noviembre de 2021 a noviembre de 2022. Se instalaron 330 STM circulares (Fig. 9) de 0.1 ha (17.6 m de radio) (Fig.8), en cada STM se registraron coordenadas UTM del punto central y altitud (m) con un GPS Rino® 750 Garmin y, con una brújula-clinómetro Tandem Suunto, se registraron la pendiente y exposición de la ladera (°).

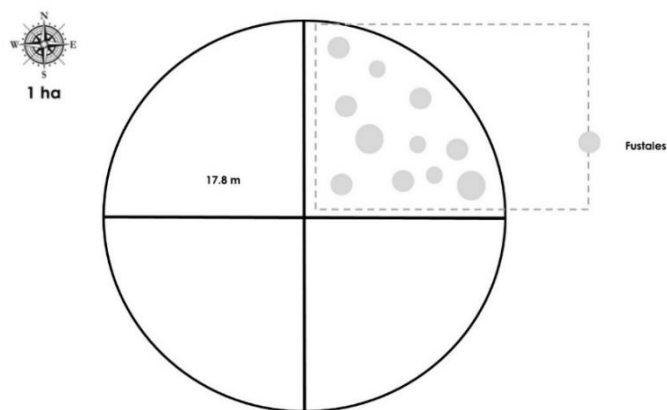


Fig.8. Diseño de la instalación de sitios de muestreo.

Fuente: elaboración propia.

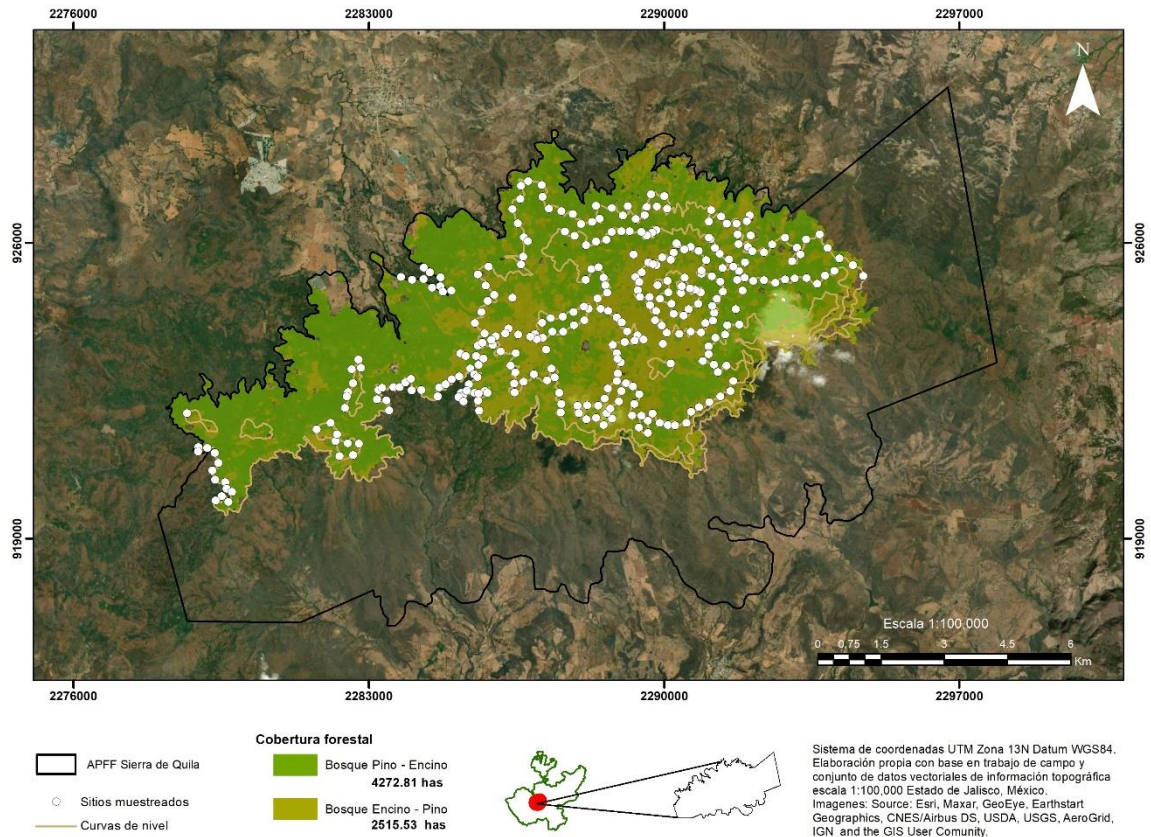


Fig. 9. Mapa de la distribución de STM en los bosques de pino-encino del APFF Sierra de Quila. Elaboración propia con base en Villavicencio et al. (2015).

Posteriormente en el STM se trazaron dos ejes con dirección al norte-sur y este-oeste con cintas largas de fibra de vidrio que cruzaran el punto central del STM (Fig. 10), en este se registraron los datos de las especies dominantes de árboles, porcentaje de ocupación de las especies arbóreas dominantes herbáceas y arbustiva. Siguiendo el enfoque del inventario forestal, se inventariaron cada uno de los fustales (≥ 7.5 cm de DM) al interior del STM, registrando altura total, diámetro normal (DN) y nivel de infestación de los árboles con muérdago enano mediante la adaptación del sistema de evaluación de Hawksworth (1977) y de muérdago verdadero según el método de Alvarado y Saavedra (2005). Así mismo se colectaron muestras botánicas de las plantas parásitas encontradas, así como sus hospederos, lo que permitió identificarlas de forma precisa, mediante claves taxonómicas y ejemplares de herbarios.



Fig. 10. Instalación del sitio temporal de muestreo (STM). Fuente: propia.

Por otro lado, se colectaron muestras de muérdago con aparentes síntomas de manchas foliares, necrosis en brotes y hojas, tizones y fumaginas, rompimiento de corteza y marchitez (Fig. 11) (Vázquez et al. 1986).



Fig. 11. Colecta de muérdagos. Fuente: propia.

7.3 Post muestreo

Generación de mapas temáticos.

Los datos obtenidos durante el trabajo de campo se utilizaron para construir una base en Excel, y polígonos shapefile y geodatabase con la distribución espacial de muérdago a través del software ArcGis ver 10.8, en el cual se aplicó la metodología de interpolación de datos del vecino natural (Sibson, 1981), para generar polígonos con información específica asignada a través de las escalas de evaluación para muérdagos enanos y verdaderos, que permitieron formar superficies continuas y representarlas (Childs, 2004; Pirotti y Tarolli, 2010), clasificándolas por nivel de infestación y tipo de muérdago.

Identificación taxonómica.

Los ejemplares botánicos colectados para identificación se midieron (Fig. 12) y corroboraron mediante las claves taxonómicas de Alvarado-Cárdenas (2010); Martínez-Ambriz (2020) y Vázquez-Collazo et al., (2006)., así como otros ejemplares en el “Herbario CHAP” de la Universidad Autónoma Chapingo y el “Herbario Nacional de México” de la Universidad Nacional Autónoma de México, para poder rectificar que las muestras colectadas coincidieran con otras previamente identificadas.



Fig. 12. Medición de los ejemplares botánicos. Fuente: propia.

Colecta de hongos.

Por otro lado, las muestras que presentaban aparentes daños se llevaron al laboratorio del ICAR-UAEMex, donde se realizó la siembra, aislamiento e identificación microscópica de los hongos con posible fitopatogenicidad y asociación al muérdago (Fig. 13).

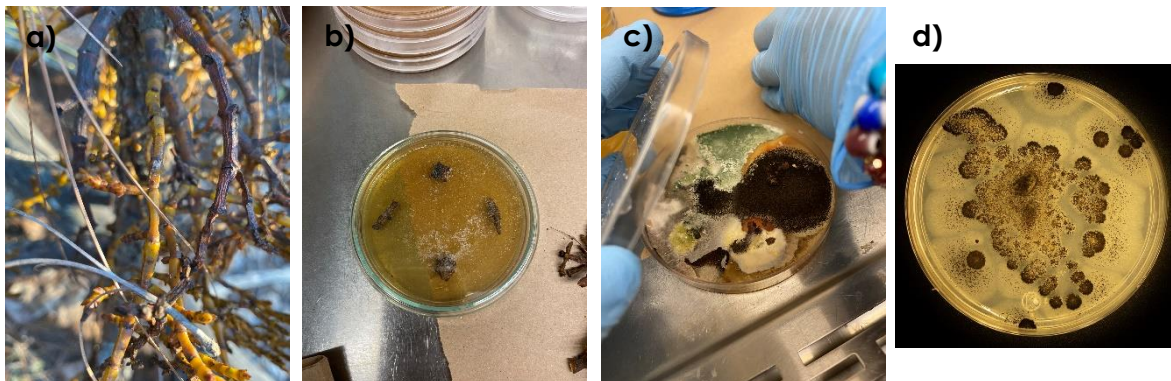
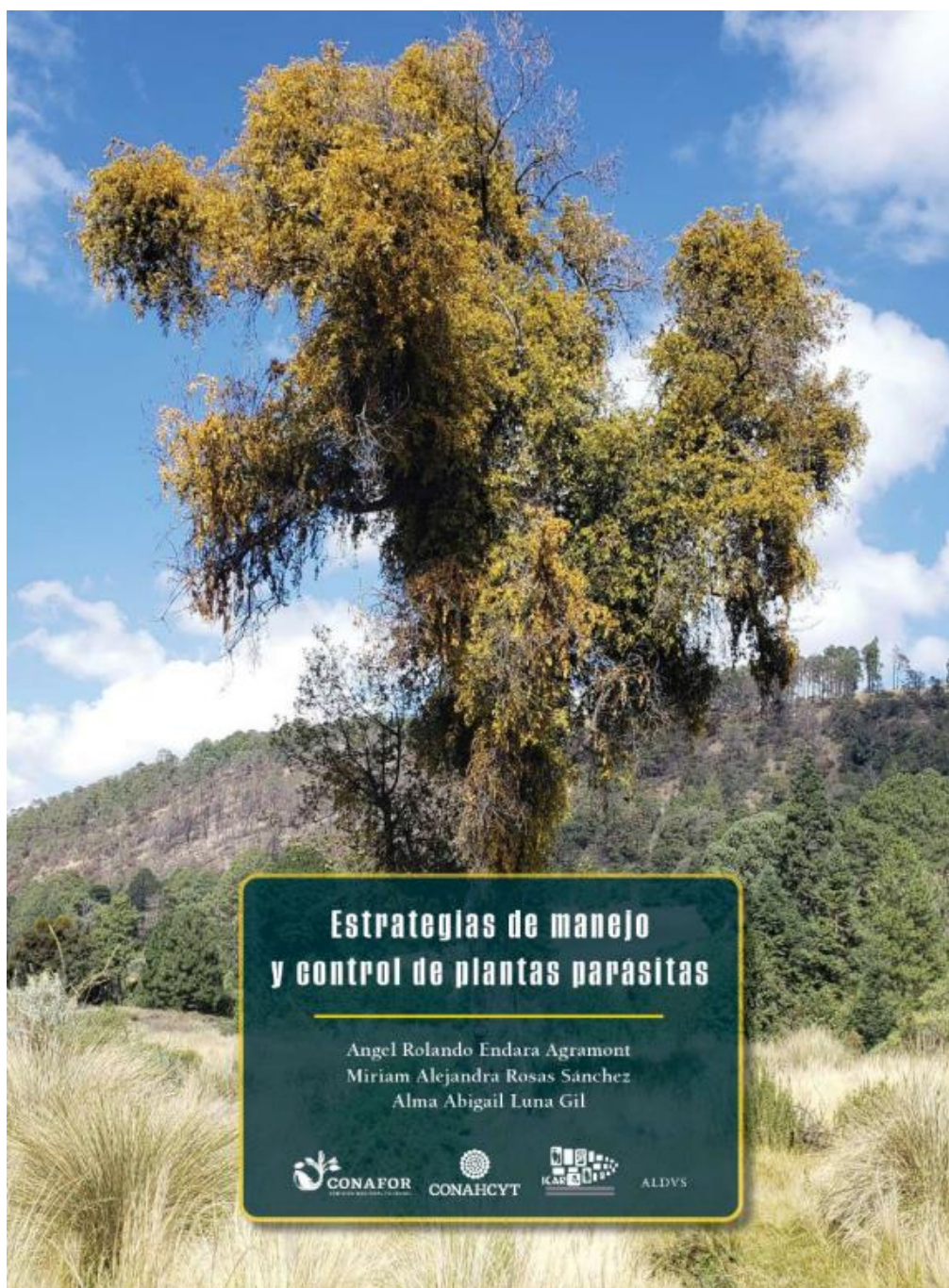


Fig. 13. a) muérdago con síntomas de marchitez y presencia de escamas blancas aparentes a *Pestalotiopsis* sp. b) siembra de muérdago en PDA (papa dextrosa saboraud) c) aislamiento de hongos d) resultado de la purificación para la identificación microscópica. Fuente: propia con base en trabajo de laboratorio.

8. RESULTADOS

8.1 Publicación del “Manual de estrategias de manejo y control de plantas parásitas” (2023).

Angel Rolando Endara-Agramont, Miriam Alejandra Rosas-Sánchez y Alma Abigail Luna-Gil.



E558e Endara Agramont, A.R., Rosas Sánchez, M.A., Luna Gil, A. A.
2023 *Estrategias de manejo y control de plantas parásitas*
1a edición – Ciudad de México: Aldus, 2023
64 pp., 17 x 23 cm
Texto para nivel superior.
ISBN: 978-607-99873-1-2
Materia: 580-Plantas
Clasificación Thema: PSTB - Biología vegetal

Este libro fue financiado por el Fondo Sectorial CONAFOR-CONAHCYT, bajo el proyecto titulado "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) 130105".

Estrategias de manejo y control de plantas parásitas

Primera edición: 13 de noviembre de 2023

D.R. © Angel Rolando Endara Agramont, Miriam Alejandra Rosas Sánchez y Alma Abigail Luna Gil

D.R. © 2023, Aldus
Cerrada Mártires de Tacubaya 1 Bis, Col. Escandón
C.P. 11800, Ciudad de México

ISBN: 978-607-99873-1-2

El contenido de esta publicación es responsabilidad de los autores.

Impreso y hecho en México

8.2 Colaboración en la publicación del “Atlas de Plantas Parásitas en Bosques Templados en México” (2023).

Angel Rolando Endara-Agramont, José Jonathan Aguirre-Zúñiga, Alma Abigail Luna-Gil, Miriam Alejandra Rosas-Sánchez, Rebeca Dennise Varo-Rodríguez y Luis Antonio García-Almaraz.



E558a Endara Agramont, A.R., Aguirre Zúñiga, J.J., Luna Gil, A. A., Rosas Sánchez, M.A.,
2023 Varo Rodríguez, R.D. y García Almaraz, L.A.
Atlas de plantas parásitas en bosques templados de México
1a edición – Ciudad de México: Aldus, 2023
224 pp., 20.5 x 27.5 cm
Texto para nivel superior.
ISBN: 978-607-99873-0-5
Materia: 580-Plantas
Clasificación Thema: PSTB - Biología vegetal

Este libro fue financiado por el Fondo Sectorial CONAFOR-CONAHCYT, bajo el proyecto titulado "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) 130105".

Atlas de plantas parásitas en bosques templados de México

Primera edición: 2 de noviembre de 2023

D.R. © Angel Rolando Endara Agramont, José Jonathan Aguirre Zúñiga, Alma Abigail Luna Gil,
Miriam Alejandra Rosas Sánchez, Rebeca Dennise Varo Rodríguez y Luis Antonio García Almaraz

D.R. © 2023, Aldus
Cerrada Mártires de Tacubaya 1 Bis, Col. Escandón
C.P. 11800, Ciudad de México

ISBN: 978-607-99873-0-5

El contenido de esta publicación es responsabilidad de los autores.

Impreso y hecho en México

8.3 Artículo enviado por invitación al volumen especial del suplemento: XXI Simposio Nacional de Parasitología Forestal la Revista Mexicana de Biodiversidad.

“Distribución espacial de plantas parásitas en Sierra de Quila, Jalisco”

Miriam Alejandra Rosas-Sánchez, Sergio Franco-Mass, Ángel Roberto Martínez-Campos y Angel Rolando Endara-Agramont.

13/2/24, 12:17

Correo: Angel Rolando Endara Agramont - Outlook

Dr Angel Rolando Endara Agramont:

Gracias por enviar el manuscrito "Distribución espacial de plantas parásitas en Sierra de Quila, Jalisco" a Revista Mexicana de Biodiversidad.

Con nuestro sistema de gestión de revistas en línea, podrá iniciar sesión en el sitio web de la revista y hacer un seguimiento de su progreso a través del proceso editorial.

URL del manuscrito: <https://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/authorDashboard/submission/5444>

Nombre de usuario/a: anenagr

ES IMPORTANTE QUE USE UN ÚNICO REGISTRO PERSONAL PARA MÚLTIPLES CONTRIBUCIONES (TRATAMIENTO EDITORIAL, CONSULTAS, ETC).

En caso de dudas sobre el registro, contacte con la Editora técnica Ma. Antonieta Arizmendi (aarizmen@ib.unam.mx). Gracias por elegir esta revista para publicar su trabajo.

Fernando Álvarez Noguera

Revista Mexicana de Biodiversidad <http://www.revista.ib.unam.mx>

Resumen

México posee una extensión forestal de 138.7 millones de has, 42% de las cuales se encuentra afectada por plantas parásitas. El Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila se localiza en el Estado de Jalisco y abarca 6,788 has de bosques de pino-encino y encino-pino. El objetivo de la investigación fue determinar la distribución espacial y niveles de infestación de plantas parásitas en dicha región. Para ello se establecieron 330 sitios temporales de muestreo (STM) de 1,000 m², utilizando las curvas de nivel como transectos de acceso al bosque, con una separación altitudinal de 100 m desde los 2,000 y hasta los 2,600 msnm, con una equidistancia entre sitios de 300 m. En cada sitio se registraron datos físico-geográficos, dasonómicos y afectación por plantas parásitas. Los resultados muestran que poco más de 2,050 has de los bosques de pino-encino y encino-pino están afectadas por muérdago enano (*Arceuthobium durangense*) y diversos muérdagos verdaderos (*Phoradendron bolleanum*, *P. brachystachyum*, *P. lanceolatum*, *P. reichenbachianum*; *Cladocolea cupulata*, *C. grahamii*, *C. mcvaughii*, *C. microphylla* y *Psittacanthus calyculatus*). El área afectada supera el 30% de la superficie forestal en niveles bajos de infestación, por lo que aún resulta oportuno establecer estrategias de manejo y control para evitar mayores daños al bosque.

Palabras clave: Muérdago, bosque de pino-encino, infestación.

9. RESULTADOS ADICIONALES

El estudio de las plantas parásitas en Sierra de Quila muestra la diversidad de estas asociadas a sus hospederos (Tabla 1), esta complejidad permite entender las relaciones ecológicas entre la vegetación y la presencia de estos patógenos, por lo que además de ser un bosque mixto, es un bosque cuya diversidad de hospederos limita el ataque del muérdago hacia otros rodales. Por lo que otras especies de pinos y encinos actúan como barreras naturales para evitar la propagación del muérdago.

Tabla 1. Plantas parásitas y hospederos

Muérdago enano	Hospedero
<i>A. durangense</i>	<i>Pinus douglasiana</i>
	<i>Pinus devoniana</i>

Muérdago verdadero	Hospedero
<i>Cladocolea copulata</i>	<i>Pinus lumholtzii</i>
	<i>Pinus oocarpa</i>
	<i>Quercus coccolobifolia</i>
<i>Cladocolea mcvaughii</i>	<i>Quercus castanea</i>
	<i>Quercus resinosa</i>
<i>Cladocolea microphylla</i>	<i>Quercus rugosa</i>
	<i>Quercus crassipes</i>

<i>Phoradendron bolleanum</i>	<i>Arbutus tesellata</i>
<i>Phoradendron brachystachium</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>
	<i>Quercus laeta</i>
<i>Phoradendron lanceolatum</i>	<i>Quercus castanea</i>
	<i>Quercus coccolobifolia</i>
<i>Phoradendron reichenbachianum</i>	<i>Quercus resinosa</i>
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	<i>Quercus laeta</i>
	<i>Quercus rugosa</i>

De acuerdo con la información recabada en campo, *Arceuthobium durangense* cubre una superficie del 17% en niveles de infestación medio y bajo (Fig. 14), distribuidos desde los 2,100 y hasta los 2,300 msnm, atacando con mayor medida a las ramas de sus hospederos.

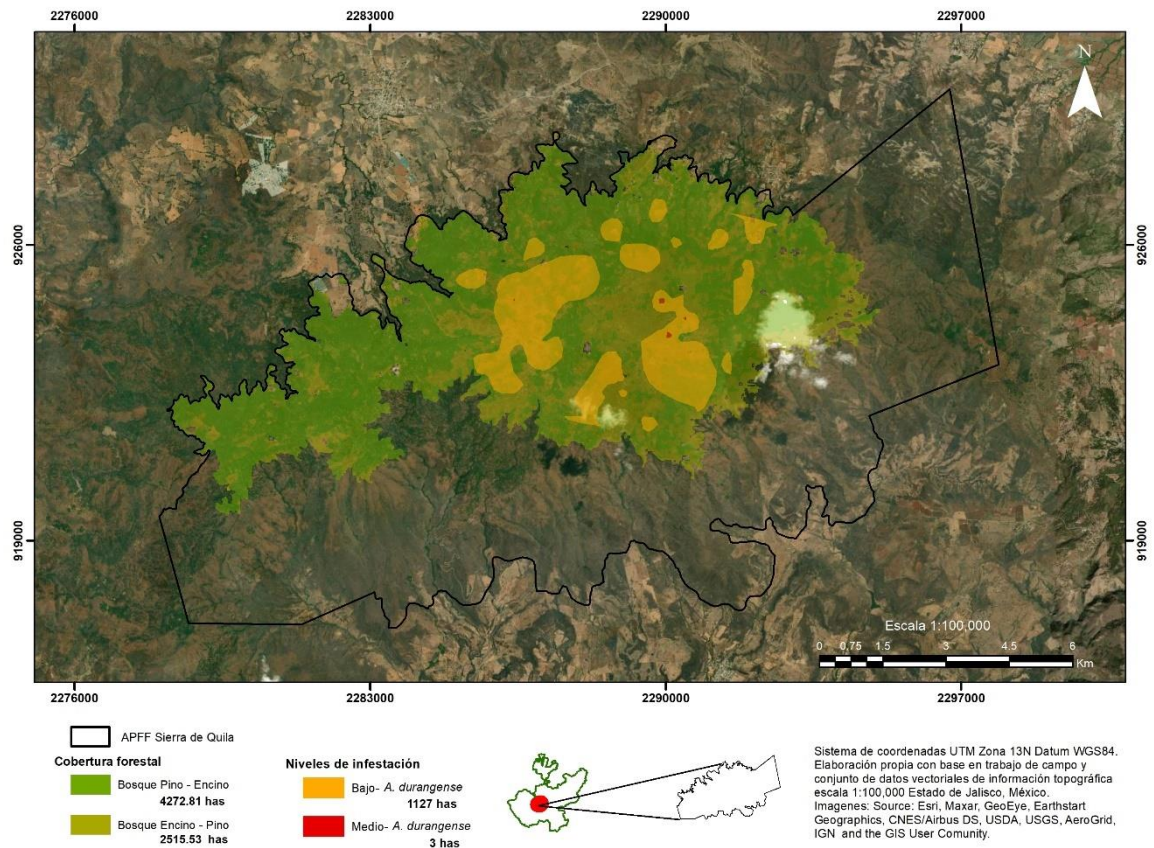


Fig. 14. Mapa de la distribución espacial y niveles de infestación de *Arceuthobium durangense*. Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, la superficie en conjunto con presencia de muérdagos verdaderos es de 17%, con niveles de infestación bajos para todas las especies (Fig. 15), con una distribución altitudinal diferente para cada género, *Cladocolea* de 2,000 a 2,300 msnm, *Phoradendron* de 2,200 a 2,400 msnm y *Psittacanthus* únicamente en los 2,400 msnm, atacando únicamente las ramas de sus hospederos.

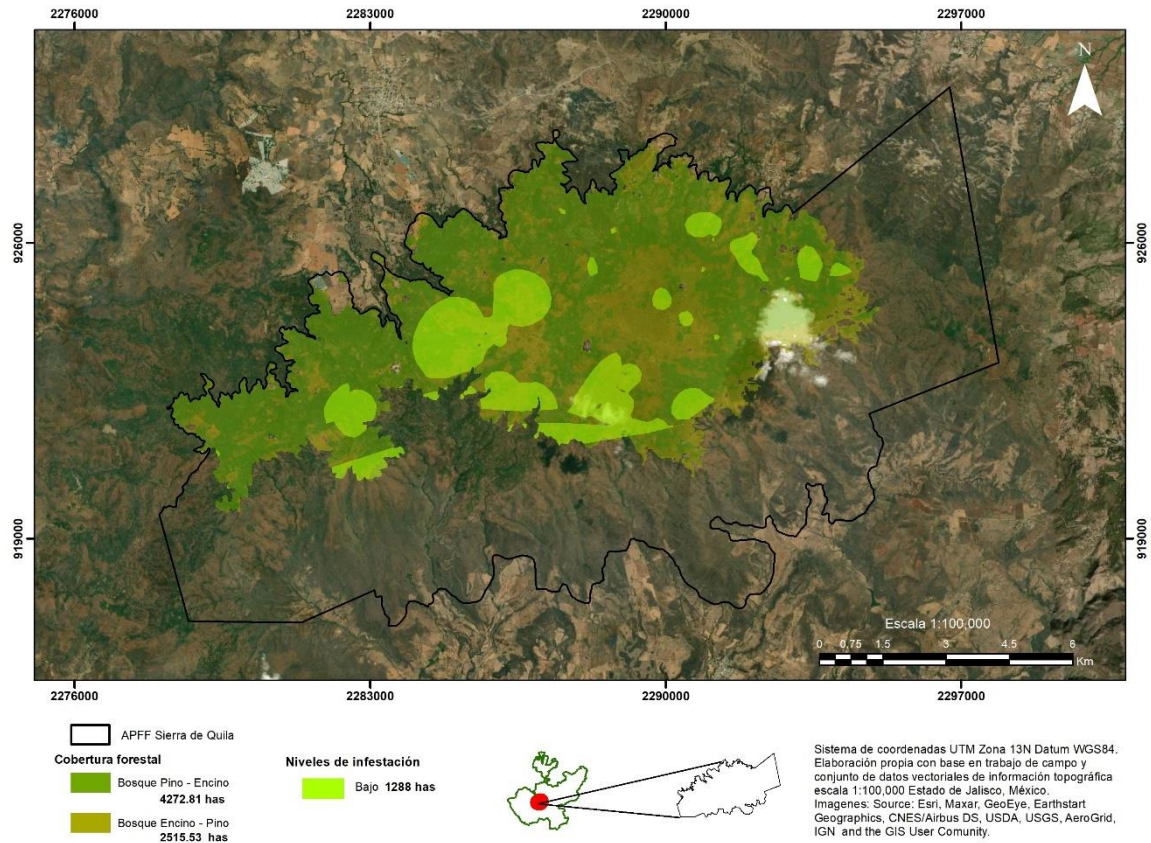
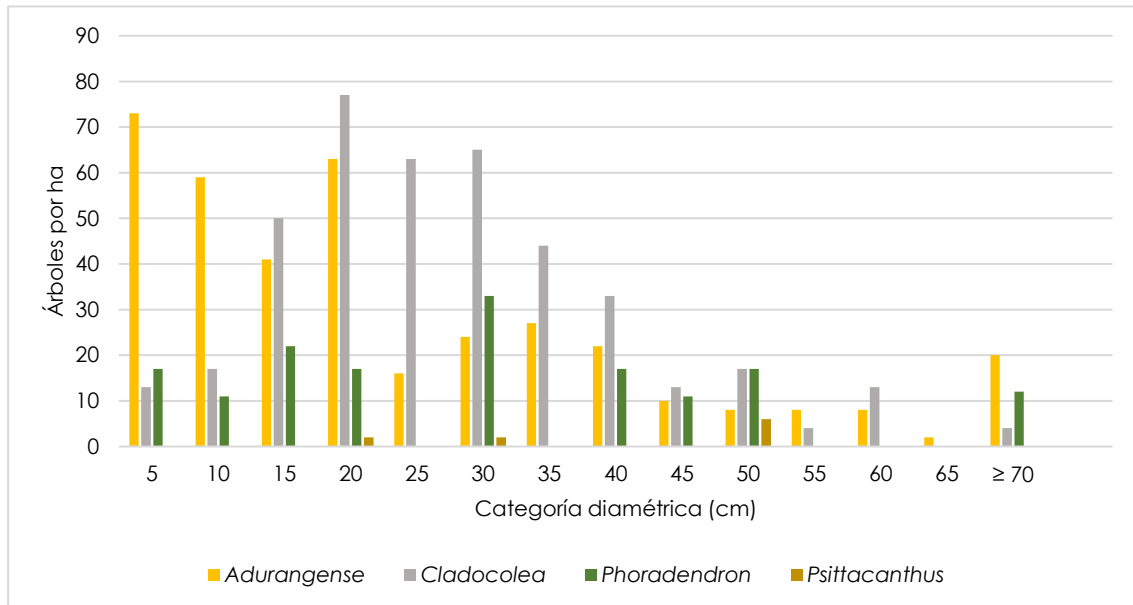


Fig. 15. Mapa de la distribución espacial y niveles de infestación de muérdagos verdaderos. Fuente: elaboración propia.

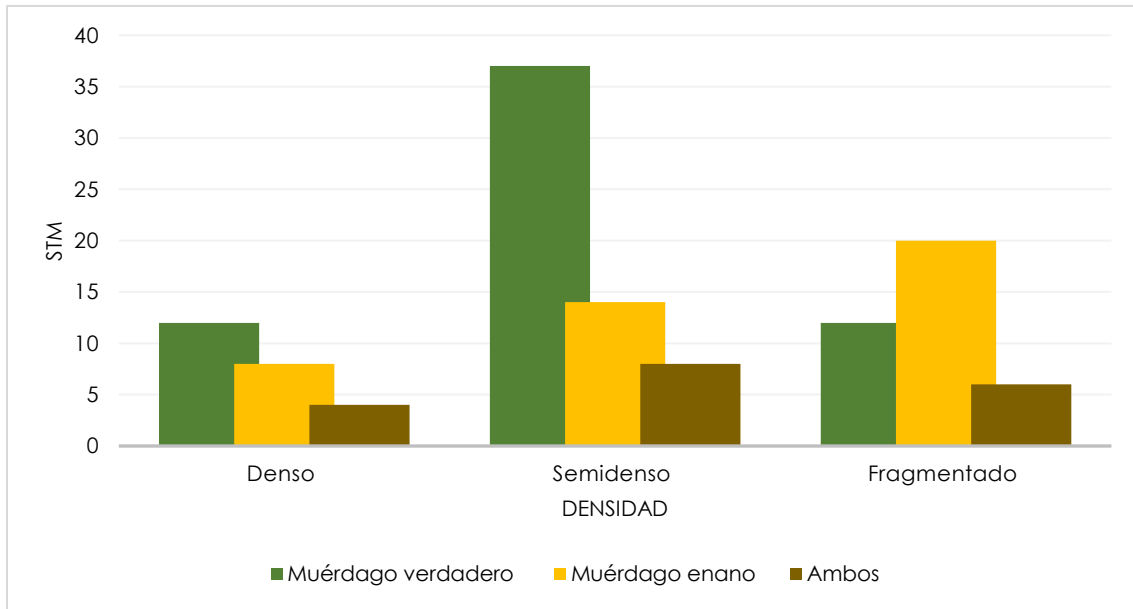
La superficie afectada en conjunto por los muérdagos antes mencionados (*A. durangense*, *Cladocolea*, *Phoradendron* y *Psittacanthus*) dentro de los bosques de pino-encino y encino-pino de Sierra de Quila cubren un 30%, encontrándose en niveles bajos dentro de sus hospederos y presentándose en puntos específicos, siguiendo un patrón de distribución agregado de acuerdo con las asociaciones arbóreas.

El análisis de la estructura arbórea (Fig. 15) muestra la presencia de las plantas parásitas en las categorías diamétricas, resaltando que *Arceuthobium durangense* y *Cladocolea* son los más abundantes.



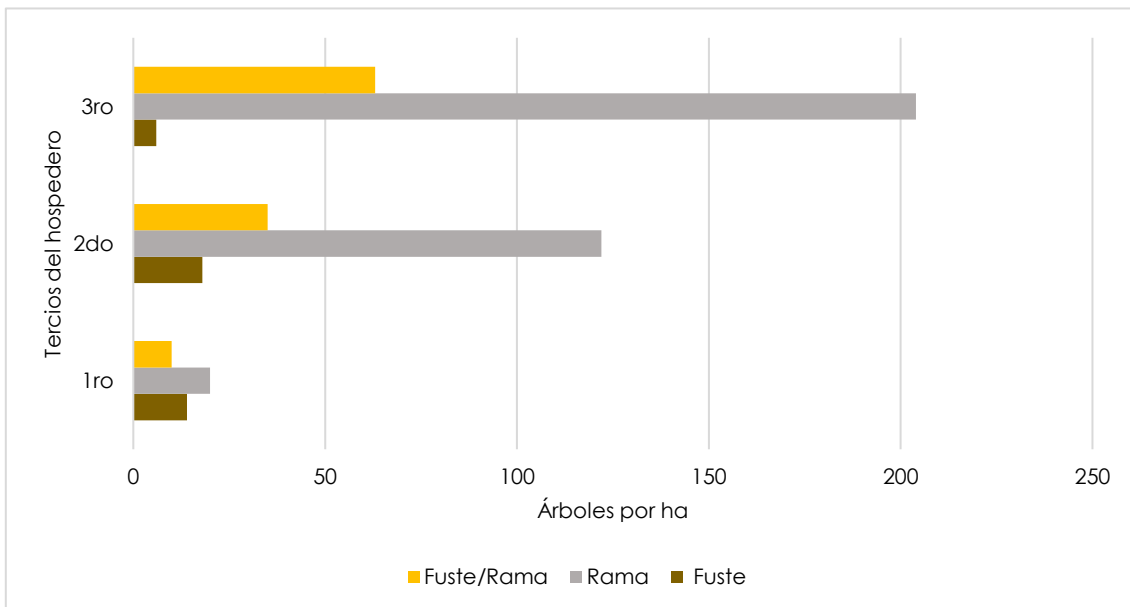
Gráfica 1. Número de árboles con muérdago de acuerdo con las categorías diamétricas.

Los bosques semidensos y fragmentados presentan mayor afectación de muérdagos (Fig. 16), esto asociado a la extracción de árboles bajo programas de manejo y la mortalidad de árboles producto del ataque de plantas parásitas y descortezadores.



Gráfica 2. Sitios temporales de muestreo (STM) con muérdago, de acuerdo con el tipo de densidad arbórea.

Los muérdagos verdaderos tienen mayor presencia en el bosque (42%), sobre todo en ramas laterales y en la copa (tercer tercio) de los pinos y encinos (Fig. 17), siendo factible la aplicación de técnicas de poda como estrategias de prevención y/o mitigación que ayudaran a disminuir el daño del árbol y la propagación a nuevos árboles y rodales.



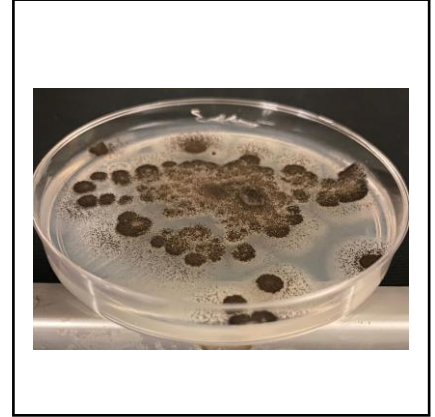
Gráfica 3. Ubicación de *Arceuthobium durangense* de acuerdo con los tercios.

En cuanto a los análisis de laboratorio, se identificaron en microscopio siete cepas de hongos asociados al muérdago, teniendo como candidato potencial al género *Pestalotiopsis* sp. por ocasionar daño en el desprendimiento de brotes, pérdida de la turgencia y necrosis en los ápices del muérdago y como hongos asociados con posible potencial fitopatógeno a *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp. y *Trichoderma* sp. por ser hongos saprófitos que producen sustancias antimicrobianas, que degradan celulosa, quitina, almidón y azúcares en las plantas.

A continuación, se presentan las fichas técnicas de los hongos identificados en el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila.

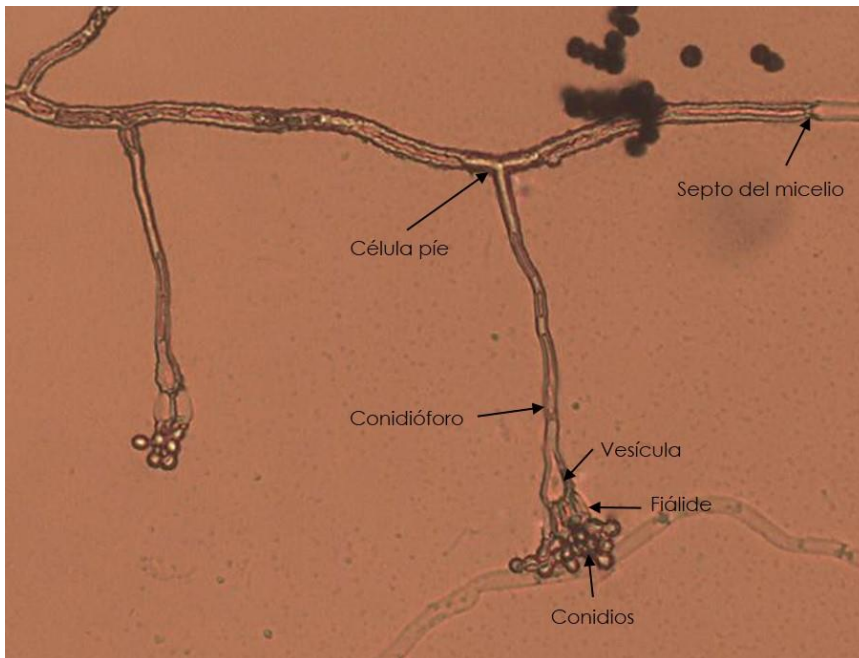
Aspergillus sp.

Morfología colonial



Colonias de crecimiento rápido, pueden madurar en tres días con temperaturas de 27°C en agar PDA (agar de papa y dextrosa), son de color blanco-amarillento, la superficie de la colonia presenta micelio con textura granulosa de color negro. Al reverso la colonia es de color blanco, crema o amarillo.

Morfología microscópica

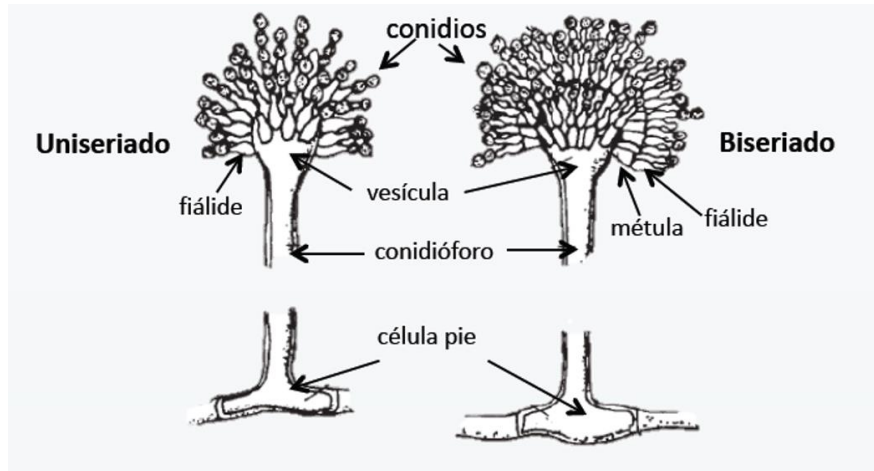


Micrografía. Objetivo 100X.1. Imagen propia.

El tipo de micelio es macrosifonado, hialino y tabicado. Conidióforos erguidos, hialinos y lisos. Compuesto por una vesícula redonda o subsférica (40 a 60 μm) de la que desprenden fialides que a su vez sostienen a los conidios (esporas) (Pinontelli, E. 2008).

Taxonomía:

Reino: Fungi
Filo: Ascomycota
Clase: Eurotiomycetes
Orden: Eurotiales
Familia: Trichocomaceae
Género: *Aspergillus* sp.



(OPS, 2021)

Datos generales:

Algunos *Aspergillus* presentan estructuras separadas del micelio llamadas "Células de Hülle". Son hongos saprofitos de vegetales en descomposición, materia orgánica, alimentos enlatados abiertos, ropa vieja, reactivos químicos, cuartos de hospital, entre otros y se encuentran principalmente en el suelo (Bonifaz, 2011).

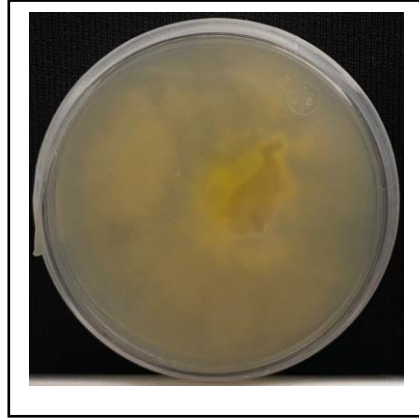
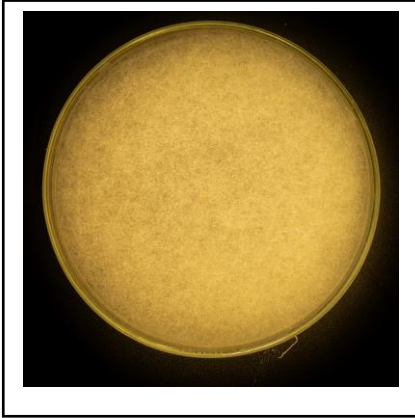
Datos de acción biológica al muérdago:

Puede causar daños como fumaginas en la parte aérea del muérdago (Hernández, 2015).

[Hongo asociado al muérdago con potencial fitopatógeno.](#)

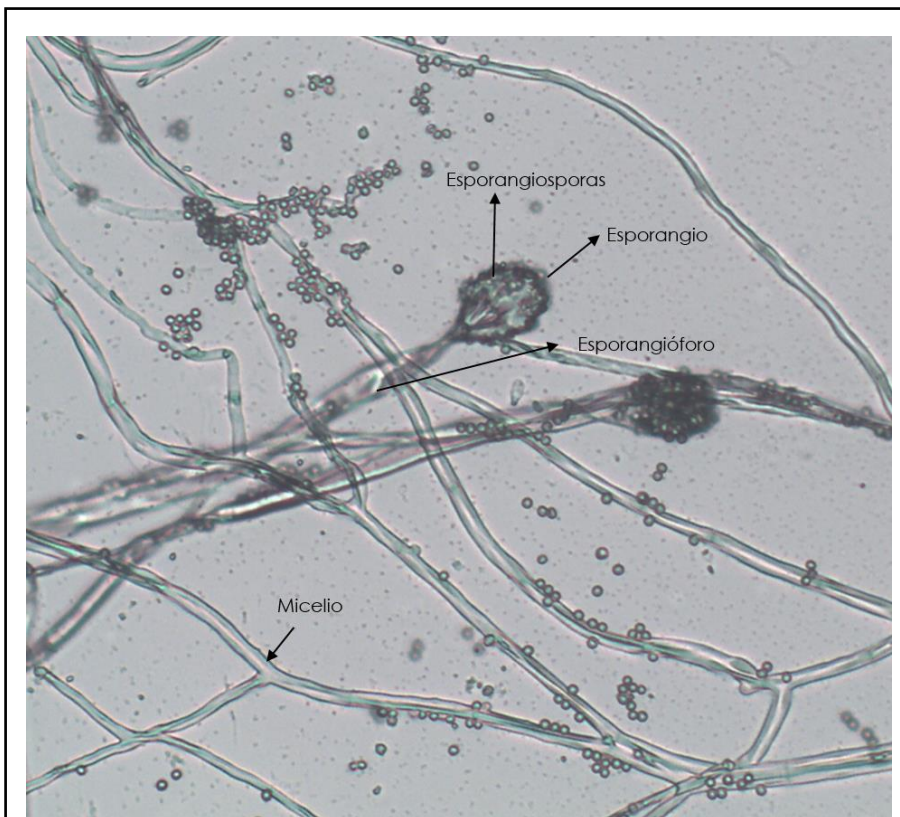
Mucor sp.

Morfología colonial



Es un Zygomyceto de crecimiento rápido, puede llenar por completo las cajas de agar PDA (papa dextrosa agar) en cuatro o cinco días a 27°C, su color es blanco, la superficie de la colonia presenta micelio con textura vellosa-algodonosa seca. Al reverso de la colonia el color es incoloro.

Morfología microscópica

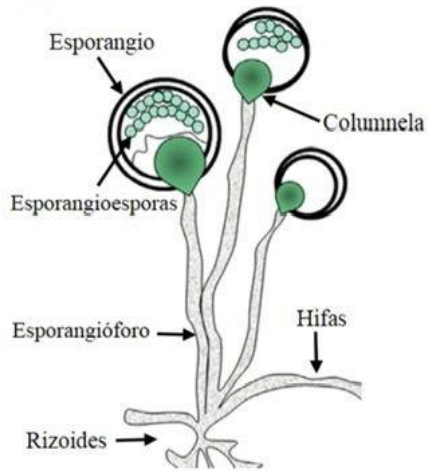


Micrografía. Objetivo 60X.1. Imagen propia.

El tipo de micelio es macrosifonado, hialino y cenocítico. Presenta esporangióforos ramificados. En la punta del esporangióforo tiene un esporangio en forma circular que contiene las esporangiosporas circulares u ovoides (Bonifaz, 2012)

Taxonomía:

Reino: Fungi
Filo: Zygomycota
Clase: Zygomycetes
Orden: Mucorales
Familia: Mucoraceae
Género: *Mucor* sp.



(Ríos-López et al., 2023)

Datos generales:

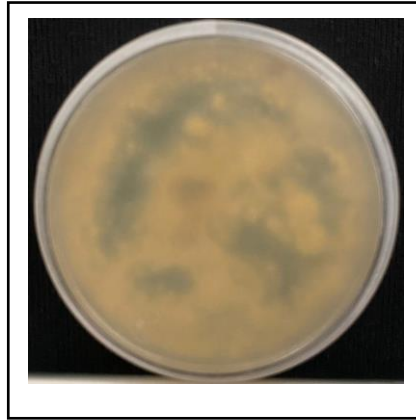
Las esporas de este hongo abundan en lugares con altos niveles de humedad, en plantas, materia orgánica y en descomposición, son especies consideradas como saprofitas, pero también endófitas y son parásitos de plantas (Nguyen et al., 2016; Mishra et al., 2019).

Datos de acción biológica al muérdago:

Sin reporte como fitopatógeno para muérdago.

Rhizopus sp.

Morfología colonial



Es un Zygomyceto de crecimiento rápido (tres a cinco días) a 27°C en agar PDA (agar de papa y dextrosa). Del género de los mohos. Su color es blanco, crema o verdoso, la superficie de la colonia presenta micelio de textura algodonosa-seca. Al reverso la colonia es incolora o de color crema.

Morfología microscópica

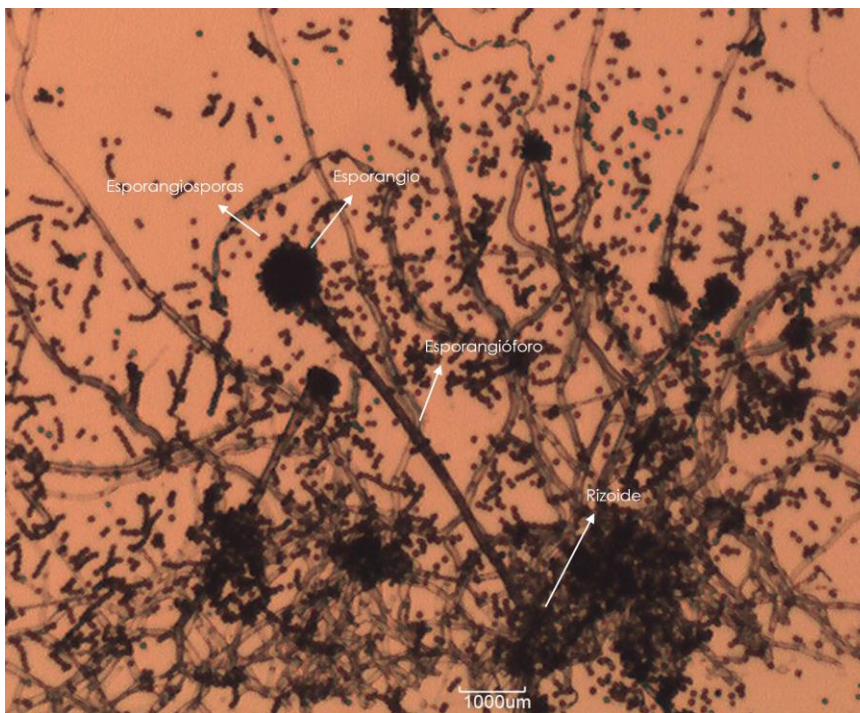
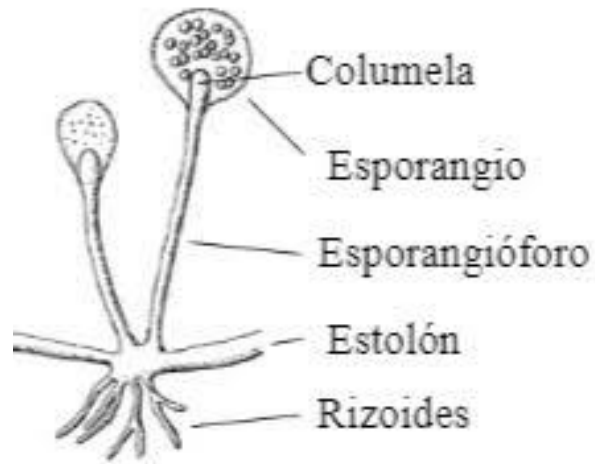


Imagen microscópica. Objetivo 40X.1. Imagen propia.

El tipo de micelio es macrosifonado, hialino y cenocíto. Tiene filamentos llamados rizoides que se conectan para formar el micelio. Los esporangióforos son largos e individuales, cada uno en la punta tiene un esporangio capaz de producir esporangiosporas ovoides (Bonifaz, 2012)

Taxonomía:

Reino: Fungi
Filo: Zygomycota
Clase: Zygomycetes
Orden: Mucorales
Familia: Mucoraceae
Género: *Rhizopus* sp.



(Morales, 2011)

Datos generales.

Es un hongo oportunista, puede causar infecciones en humanos (cigomicosis) y en animales. Degradan frutos, vegetales y hortalizas. Se usan para la fermentación del grano de soja y bebidas alcohólicas en Asia y África (Sánchez et al., 1999).

Datos de acción biológica al muérdago:

Sin reporte como fitopatógeno para muérdago.

Penicillium sp.

Morfología colonial



Las colonias de este hongo son de crecimiento rápido (cuatro a cinco días) a 27°C en PDA (papa dextrosa agar). Su color puede ser blanco, amarillo, verde o azul. Tienen un borde de color blanco. Su textura es algodonosa pulverulenta o aterciopelada. El reverso de la colonia es blanco o amarillento.

Morfología microscópica

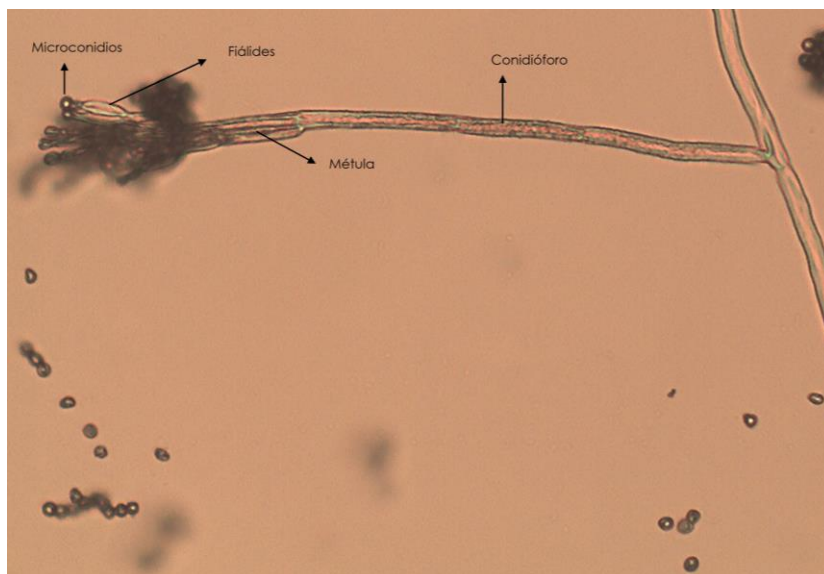


Imagen microscópica. Objetivo 60X.1. Imagen propia.

El tipo de micelio es filamentoso, septado y hialino. Los conidióforos tienen ramas secundarias llamadas métulas, estas son de forma cilíndrica y portan de tres a seis fiálides, estas a su vez originan los microconidios (Pérez et al., 2021).

Taxonomía:

Reino: Fungi

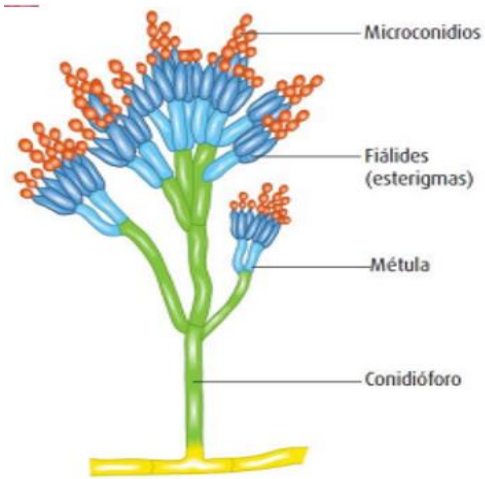
Filo: Ascomycota

Clase: Euscomycetes

Orden: Eurotiales

Familia: Trichomaceae

Género: *Penicillium* sp.



(del palacio, 2020)

Datos generales:

Es un hongo saprófito que produce sustancias antimicrobianas. Degradan celulosa, quitina, almidón y azúcares. A partir del *penicillium* sp. se produce el antibiótico de la Penicilina (Pérez et al., 2021)

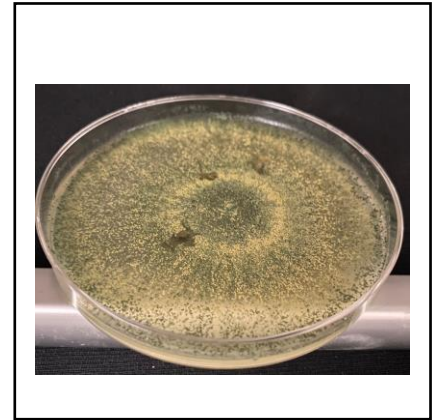
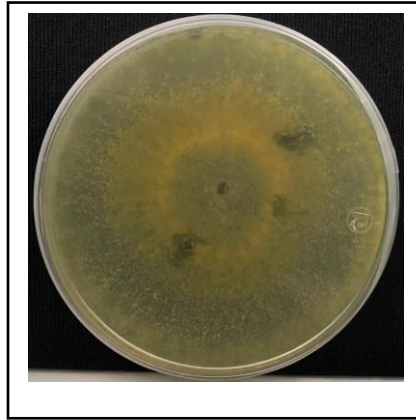
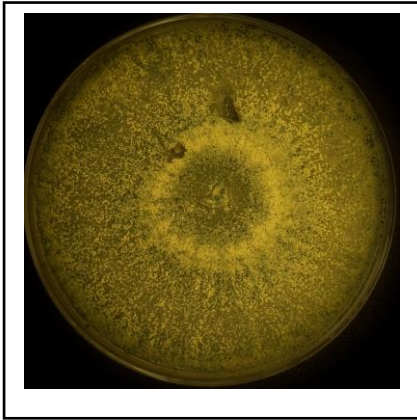
Datos de acción biológica al muérdago:

Puede causar daños como fumaginas en la parte aérea del muérdago (Hernández, 2015).

[Hongo asociado al muérdago con potencial fitopatógico.](#)

Trichoderma sp.

Morfología colonial



El micelio de este hongo tiende a crecer de forma radial cubriendo por completo la superficie de la placa. Las colonias alcanzan la madurez entre los tres y cinco días a temperaturas de 27°C en agar PDA (agar de papa y dextrosa). Su color es verde, verde-amarillento y blanco. Su textura da una apariencia de césped difuso y granular. El reverso de la colonia es amarillo-verdoso.

Morfología microscópica

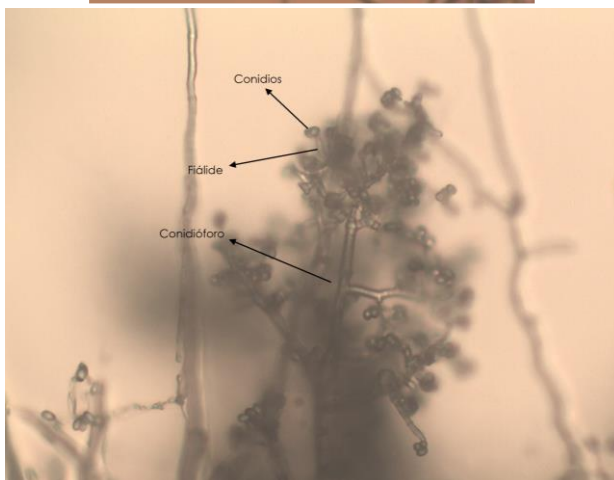
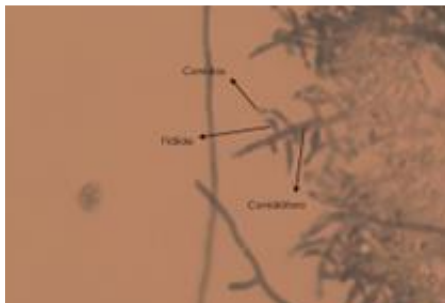


Imagen microscópica. Objetivo 60X.1. Imagen propia.

El micelio es hialino, tabicado y a medida que crece se forma una red. Conidióforos cortos y ramificados en forma piramidal, terminan en fialides en donde se forman las esporas. Las esporas o conidios son de forma redondeada y están unidos por una secreción mucilagosa (Andrade-Hoyos et al., 2019)

Taxonomía:

Reino: Fungi

Filo: Mycota

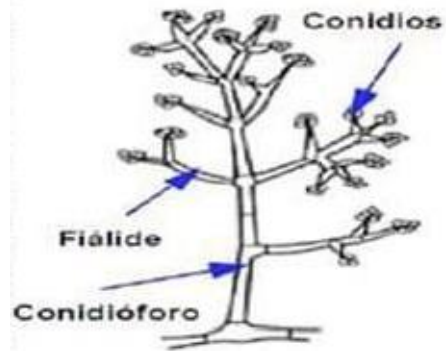
Subdivisión: Eumycota

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Trichoderma* sp.



(Romero et al., 2016)

Datos generales:

Son hongos saprófitos que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica. Se utiliza como control de hongos fitopatógenos causantes de enfermedades en las hortalizas (Harman et al., 2004).

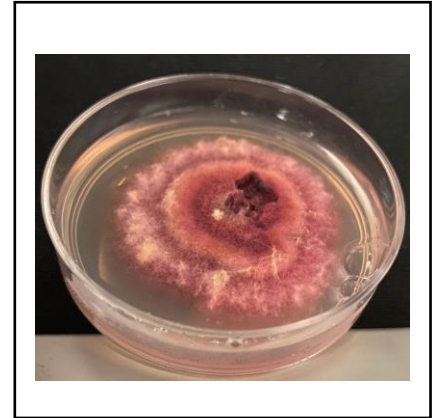
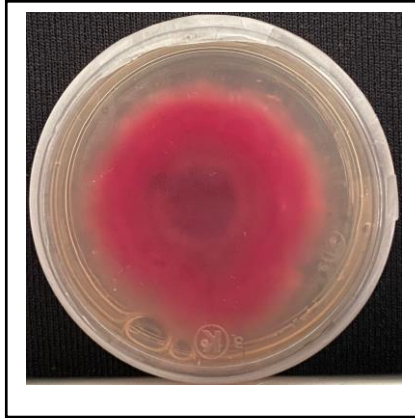
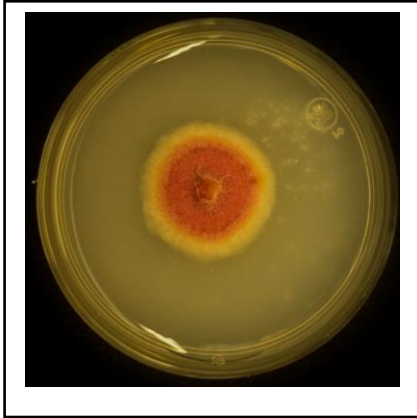
Datos de acción biológica al muérdago:

Degradan celulosa, quitina, almidón y azúcares, lo que ocasiona fumaginas en los tallos de las plantas.

[Hongo asociado al muérdago con potencial fitopatógeno.](#)

Fusarium sp.

Morfología colonial



Las colonias de este hongo alcanzan su madurez después de tres a cinco días a temperaturas de 27°C en agar PDA (agar de papa y dextrosa). Su textura aterciopelada, algodonosa o lanosa. El micelio puede presentarse de forma aérea plumosa. El color inicia siendo blanco, pero conforme alcanza la madurez puede presentarse con pigmentos crema, rosado, salmón, amarillo, rojo o morado, según la especie. El reverso de la placa es de color rosa-rojizo.

Morfología microscópica

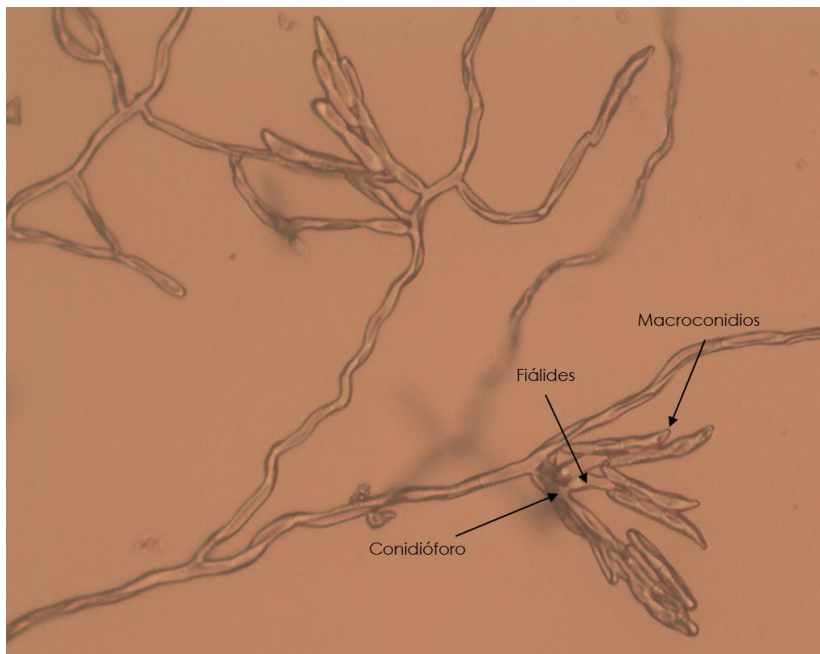
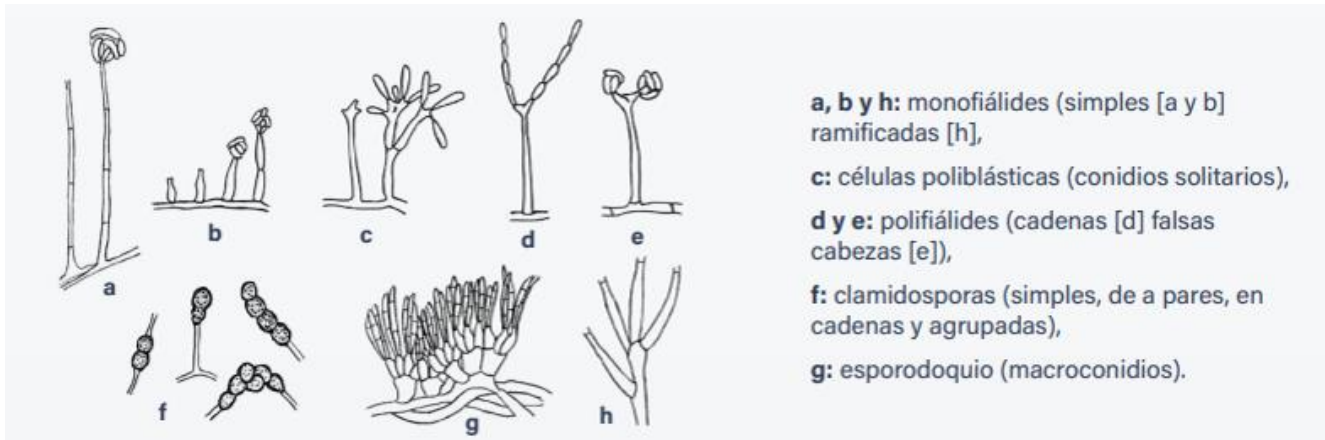


Imagen microscópica. Objetivo 60X.1. Imagen propia.

El tipo de micelio es hialino, macrosifonado y septado. Presenta conidióforos cortos de 5 a 10µm, estos a su vez sostienen a las conidiógenas (fíalides) que dan soporte a los conidios. Los conidios son en forma de medialuna o curvos, hialinos y septados (3 septos) (SENACICA, 2015).

Taxonomía:

Reino: Fungi
Filo: Ascomycota
Clase: Sordariomycetes
Orden: Hypocreales
Familia: Nectriaceae
Género: *Fusarium* spp.



a, b y h: monofiálides (simples [a y b] ramificadas [h],

c: células poliblasticas (conidios solitarios),

d y e: polifiálides (cadenas [d] falsas cabezas [e]),

f: clamidosporas (simples, de a pares, en cadenas y agrupadas),

g: esporoquio (macroconidios).

(OPS, 2021)

Datos generales:

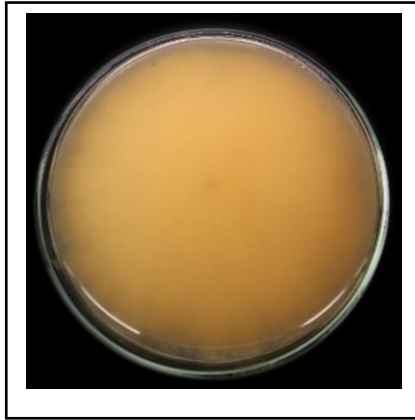
Este hongo ataca cultivos de vegetales y frutales, atacando principalmente las raíces (SENACICA, 2015).

Datos de acción biológica al muérdago:

Sin reporte como fitopatógeno para muérdago.

Pestalotiopsis sp.

Morfología colonial



Colonias de rápido crecimiento, pueden madurar en cinco o siete días a temperaturas de 27°C en Agar PDA (agar de papa y dextrosa), son de color blanco, la superficie de la colonia es muy fina de 1 a 2 mm, presenta micelio con textura algodonoso-afelpado seca. Al reverso, la colonia es de color blanco.

Morfología microscópica

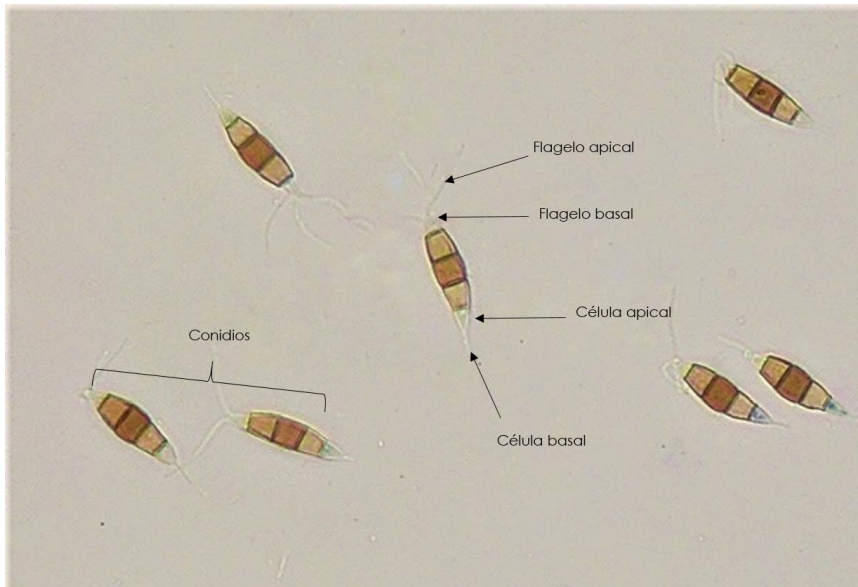


Imagen microscópica. Objetivo 640X.1. Fuente: Mora-Escamilla (2023).

Conidios multiseptados versicolor con tres células medias pigmentadas y en los extremos son hialinas. El conidio posee ornamentaciones apicales y basales (Limón, 2017)

Taxonomía:

Reino: Fungi

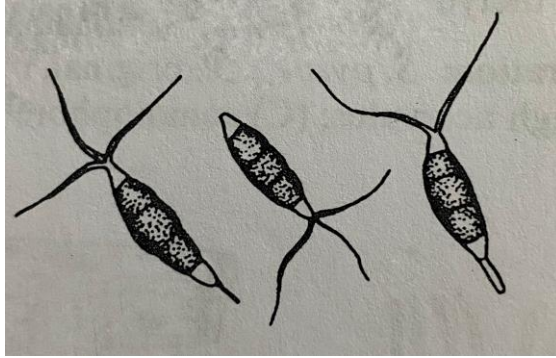
Filo: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Xylariales

Familia: Xylariaceae

Género: *Pestalotiopsis* sp.



Conidios de *Pestalotiopsis* sp. (Bennett, H y Hunter, B. 2010)

Datos generales:

Se encuentran comúnmente como patógenos de plantas, causan daños significativos en los cultivos al infectar los tallos, flores y frutos con canchales, fisonomas y pudrición en los frutos (Limón, 2017).

Datos de acción biológica al muérdago:

Daño por desprendimiento de brotes, pérdida de turgencia y necrosis en los ápices del muérdago (Plascencia et al., 2007).

[Hongo fitopatológico del muérdago.](#)

10. CONCLUSIONES

De acuerdo a la superficie infestada, el 40% del bosque de Sierra de Quila presenta muérdagos verdaderos y el 25% muérdago enano. Así mismo se pudo identificar que *Arceuthobium* y *Cladocolea* son los géneros con mayor incidencia en de todas las categorías diamétricas, afectando principalmente al arbolado joven, en bosques semidensos y fragmentados.

Arceuthobium durangense es el muérdago más abundante y se encuentra afectando a ramas y fustes de *Pinus douglasina* y *P. devoniana*.

Se plantea como posible estrategia de control el uso del hongo *Pestalotiopsis* sp., ya que causa daños significativos en los tallos de muérdago, hasta ocasionar necrosis, lo que implica una reducción gradual de los niveles de infestación y, por consiguiente, una mejor dispersión en hospederos del género *Pinus*.

Es importante conocer la dinámica de la distribución espacial de los muérdagos, los niveles de infestación y los factores asociados a su presencia, para que, con ello, se propongan estrategias de manejo y/o control que permitan reducir los impactos de estos patógenos a corto y largo plazo.

11. LITERATURA CITADA

- Adelco, E. (2018). Fenología de dos especies de muérdago enano simpátricas (*Arceuthobium vaginatum* y *A. globosum*) parásitos de *Pinus hartwegii* en Zoquiapan, Edo. De México, México (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Agrios, G. (2005). Plant pathology. Elsevier Academic Press. Londres. 922 p.
- Agrios, G. (1985). Fitopatología. Primera edición. Versión español. Ed. Limusa. 583-595 p.
- Alvarado-Cárdenas, L. (2010). Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 75. VISCACEAE Bastch (Folleto). UNAM. México.
- Alvarado, D. y Saavedra, L. (2007). El género *Cladocolea* (Loranthaceae) en México: Muérdago verdadero o injerto. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 11(1): 5-9 p.
- Andrade-Hoyos, P., Luna-Cruz, A., Osorio-Hernández, E., Molina-Gayosso, E., Landero-Valenzuela, N. y Barrales-Cureño. (2019). Antagonismo de *Trichoderma* spp. vs hongos asociados a la marchitez de chile. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10 (6): 1259-1272 p.
- Ayres, P. y Lombardero, J. (2000). Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Science of the Total Environment*, 262: 263-286 p.
- Bell, T. y Adams, M. (2011). Attack on all fronts: functional relationships between aerial and root parasitic plants and their woody hosts and consequences for ecosystems. *Tree Physiology* 31: 3-15 p.
- Bentz, J., Régnière, J., Fettig, C., Hansen, E., Hayes, Hicke, J., Kelsey, R., Negrón, J. y Seybold, S. (2010). Climate change and Bark Beetles of the Western United States and Canada: Direct and Indirect Effects. *Bio-Science*, 60: 602-613 p. DOI: 10.1525/bio.2019.60.8.6
- BOLFOR y PROMABOSQUE. (1999). Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Santa cruz de la sierra, Bolivia.

- BOLFOR. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa cruz de la sierra, Bolivia.
- Bonifaz, A. (2012). Micología Médica Básica. Editorial Interamericana Mc Grant Hill. Cuarta Edición. 570 p.
- Boranyay, J. y Smith, R. (1972). Dwarf mistletoes in British Columbia and recommendations for their control. Can. Forest. Serv. Pacific Forest. Res. Centre. B. C. 1-18 p.
- Cárdenas, V. (2014). Alternativas de control para el manejo de *Cladocolea lonicerooides* y *Struthanthus interruptus* presentes en la zona urbana del Distrito Federal, México. (Tesis de maestría). Instituto de Enseñanza e Investigaciones Agrícolas en Ciencias Agrícolas. Colegio de Posgraduados. 145 p.
- CETENAL (1973). Carta Geológica 1:50000, F13D73 Atengo, F13D74 Cocula, F13D83 Tecolotlán, F13D84 Atemajac de Brizuela.
- Cházaro, M., Huerta M., Patiño, R., Sánchez, F., Lomelí, E y Flores, A. (1992). Los muérdagos (Loranthaceae) de Jalisco, parásitas poco conocidas. *Ciencia y Desarrollo*, 17(102): 70- 85 p.
- Childs, C. (2004). Interpolating surfaces in ArcGIS spatial analyst. *ArcUser*. July-September. 32-35 p.
- Cibrián-Tovar, D., Alvarado-Rosales, D y Gracia-Díaz, E. (2007). Enfermedades forestales en México. *Universidad Autónoma de Chapingo*. Primera edición. 355-438 p.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2007). *Manual de sanidad vegetal*. Primera edición. México. 75 p.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2018). Sanidad forestal. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conafor/documentos/agente-causal-plantas-parasitas>. (25 de enero de 2022).
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2021). *Estado que guarda el sector forestal en México. Bosques para el bienestar social y ambiental 2021*. Primera edición. México.

- Contreras, C. (2016). Alternativas de control biológico y químico del muérdago verdadero *Struthanthus interruptus* (Kunth) G. Don. (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco Edo. de México. 73 p
- Dauber, E. (1995). Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Santa Cruz, Bolivia. BOLFOR.
- De la I-De Bauer, M. (1984). Introducción a la fitopatología. Limusa. México. 295 p.
- Del Palacio, J. (2020). Microbiota en sedimentos fluviales. (*Trabajo terminal de grado*). Universitat Rovira i Virgili. Tarragona, España.
- Endara-Agramont, A.R., Heredia-Bobadilla, R. L., García-Almaraz, L. A., Luna-Gil, A. A., Franco-Mass, S., Cibrián-Llanderal, V. D. (2022). Factores asociados con la distribución espacial de muérdagos enanos en dos poblaciones de *Pinus hartwegii* del centro de México. *Revista Mexicana de biodiversidad*, 93 (2022): e935008.
- Espinoza-Zúñiga, P., Ramírez-Dávila, F., Cibrián-Tovar, D., Villanueva- Morales, A., Cibrián-Llanderal, V., Figueroa-Figueroa, K., y Rivera-Martínez, R. (2019). Modelación de la distribución espacial del muérdago (Santalales: Loranthaceae) en las áreas verdes de la delegación Tlalpan, México. *BOSQUE*, 40(1): 17–28p. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002019000100017>
- Geils, B. y Vázquez, I. (2002). Loranthaceae and Viscaceae in North America. En: *Mistletoes of North America conifers*. B. W. Geils, J. C. Tovar y B. Modoy (coords.). Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-98. U. S. Department of agricultura, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, Utah. 1-5 p.
- Guerrero, J. y Cházaro, B. (1995). Datos generales sobre la Sierra de Quila, Jalisco. P 70-73 en Cházaro et al. *Antología Botánica del Estado de Jalisco*. Universidad de Guadalajara. 142 p.
- Guerrero, J. y López, A. (1997). La Vegetación y Flora de la Sierra de Quila. Jalisco, México. *FOMES*. U. de G. México. 134 p.
- Harman, G., Howell C., Viterbo A., Chet I. y Lorito M. (2004). *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat. Rev. Microbiol.* 2, 43-56 p.

- Hawksworth, F. (1961). Dwarf mistletoe of *ponderosa pine* in the Southwest. Tech Bull 1246. USDA, Washington DC. 112 p.
- Hawksworth, F. (1983). Mistletoes as forest parasites. In: Calder, M. y P. Bernhardt (eds.). *The biology of mistletoes*. Academic Press. Nueva York. 320-329 p.
- Hawksworth, F. G. (1977). The 6- class dwarf mistletoe rating system. USDA. Gen. Tec. Rep. RM-48. Fort Collins, CO. USA. 6 p. Hawksworth, F. G. (1977). The 6- class dwarf mistletoe rating system. USDA. Gen. Tec. Rep. RM-48. Fort Collins, CO. USA. 6 p.
- Hawksworth, F. y Wiens, D. (1996). Dwarf Mistletoes: Biology, Pathology, and Systematics. *Agriculture Handbook*. United States Department of Agriculture, Forest Service. Washington, D.C. 410 p.
- Hernández, S. (2015). Búsqueda de agentes de control biológico en muérdago del género *Arceuthobium*. (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco Edo. de México. 100 p.
- Instituto de información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG). (2018). Conjunto de datos vectoriales de información geográfica, escala 1: 50,000. Municipio de Tecolotlán. Jalisco, México.
- Jiménez, E. (2009). Métodos de control de plagas. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. 145 p.
- Kuijt, J. (1969). The biology of parasitic flowering plants. University of California Press. Los Ángeles, CA. USA. 246 p.
- Limón, M. (2017). Caracterización morfológica y molecular de *Pestalotiopsis* spp. asociado a cáncer de tallo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en el occidente de México. (Tesis de maestría). Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. 77 p.
- Manion, P. D. (1991). Tree disease concepts (No. 634.963 M278 1991). Prentice Hall.
- Marchal, D. (2009). El muérdago en la ciudad de México. *Revista Arbolama*. Asociación Mexicana de Arboricultura. 10 p.

- Martínez-Ambríz, E. (2020). Familia Loranthaceae. Fascículo 214. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*. Instituto de Ecología A. C. 11-24p.
- Mathiasen, R., Nickrent, D., Shaw, D., y Watson, D. (2008). Mistletoes. Pathology, systematics, ecology, and management. *The American Phytopathological Society*, 92(7): 998-1006 p.
- Matula R., Svátek, M., Pálková, M., Volařík, D y Vrška, T. (2015). Mistletoe infection in an oak forest is influenced by competition and host size. *Plos one*, 10(5): 1-11p. DOI: 10.1371/journal.pone.0127055
- Mayer, H. y Ott, E. (1991) *Gebirgswaldabau-Schutzwaldpflege: ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz* (Silviculture in Mountain Forest-Management of protection forest: A silvicultural contribution to landscape ecology and environmental protection), 2nd revised edn. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Mishra, A., Bhattacharya, A., & Mishra, N. (2019). Mycorrhizal symbiosis: an effective tool for metal bioremediation. In *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*. 113–128 p. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818258-1.00007-8> (25 de julio de 2023).
- Mora-Escamilla, I. (2023). Hongos fitopatógenos como control biológico de *Arceuthobium globosum* y *Arceuthobium vaginatum* en poblaciones de *Pinus hartwegii* del Centro de México. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma del estado de México. Toluca, México. 91 p.
- Morales, H. (2011). Mohos productores de microtoxinas. IBB/Centre for Biological Engineering. Universidade do Minho, Braga, Portugal. 20-23 p.
- Nguyen, N., Warnow, T., Pop, M., y White, B. (2016). A perspective on 16S rRNA operational taxonomic unit clustering using sequence similarity. *NPJ biofilms and microbiomes*, 2, 16004.
- Nickrent, D. L. (2011). Santalales (including mistletoes). In: *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- OPS (Organización panamericana de la salud). (2021). Infografía del género *Aspergillus*.

- OPS (Organización panamericana de la salud). (2021). Infografía del género *Fusarium*.
- Parmater y Uvanholt (1976). In dwarf mistletoe control through forest management. In: Proceeding of the symposium Gen. Tech. Rep. Psw. 31. 1975. April 11-13., Berkeley, CA. Department of agriculture, Forest service, Pacific Porthwest Forestal and range Experiment Station.
- Pérez, M., Sanchez, G., Martínez, R., Garza, J. y Espinosa, J. (2021). Género *Penicillium*. Mohos productores de microtoxinas. Instituto de biología. Universidad Autónoma de México. https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/penicillium.html (18 de septiembre de 2023)
- Piontelli, E. (2008). Aportes morfotaxonómicos en el género *Aspergillus* Link: claves para las especies ambientales y clínicas más comunes. *Boletín micológico*. Vol. 23. 49- 66 p.
- Pirotti, F. y Tarolli, P. (2010). Suitability of LiDAR point density and derived landform curvature maps for channel network extraction. *Hydrological Processes*, 24(9): 1187–1197 p. <https://doi.org/10.1002/hyp.7582>
- Plascencia, A., López, I., Malagón, M. (2007). Validación del uso de hongos patogénicos para el control del muérdago enano *Arceuthobium* sp. En el Estado de Michoacán. (*Memoria del XIV Simposio Nacional de Parasitología Forestal*). Aguascalientes, Ags., México. 184-189 p.
- Press, M. y Phoenix, G. (2005). Impacts of parasitic plants on natural communities. *The New Phytologist*. 166(3): 737–751 p.
- Queijeiro-Bolaños, M. (2007). Interacciones entre dos especies de muérdago enano (*Arceuthobium* spp.) y *Pinus hartwegii* en el Parque Nacional Zoquiapan, Estado de México: El papel del disturbio. (*Tesis de licenciatura*). Facultad de ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Rey, L., Sadik, A., Fer, A. y Renaudin, S., (1991). Trophic relations of the dwarf mistletoe *Arceuthobium oxycedri* with its host *Juniperus oxycedrus*. *Jour. Plant Physiology*, 138(4): 411-416 p.

- Ríos-López, A., González, G., Flores-Maldonado, O. (2023). Mucor: Mucor: el ascenso y caída de un antiguo patógeno en tiempos de COVID-19. *Ciencia UANL*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. <https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.119-5> (29 de agosto de 2023)
- Rodhe, M. (2012). Infectar no es lo mismo que infestar. *FundéuRAE*. <https://www.fundeu.es/recomendacion/infectar-no-es-lo-mismo-que-infestar-83/>
- Rodríguez, A. (1983). Muérdago enano sobre *Abies*, *Pinus* y *Pseudotsuga* de México. *Revista Ciencias Forestales* 45(8): 7-45 p.
- Romero, G., Olivera, V., Rodríguez, D. (2016). *Trichoderma harzianum* como agente de control biológico. *Ergomix, Agricultura*. Facultad de agronomía, Universidad de la Republica. Uruguay.
- Sánchez-Recalde, A., Merino, J. L., Domínguez, F., Mate, I., Larrea, J. y Sobrino, J (1999). Successful treatment of prosthetic aortic valve mucormycosis. 116: 1818-1820 p.
- Santiago P., A. L., M. Domínguez L., V. C. Rosas E. y J. M. Rodríguez C. (2012). *Anfibios y reptiles de las montañas de Jalisco: Sierra de Quila*. 1ª. Edición. Orgánica Editores –CONABIO. Guadalajara, Jal. México. 228 p.
- Santiago, A., Villavicencio, R., Ayón, A., Rosas, V., Toledo, S. (2011). El bosque de galería: protector de los arroyos de la Sierra de Quila, Jalisco. En: *Memorias I. Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila*. Centro universitario de Ciencias biológicas y agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Recuperado de: http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/Publicaciones_DPF/libro/2011_Memorias_IFSQ_b.pdf (20 de marzo de 2022)
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET). (2022). *Programa Operativo Estatal de Sanidad Forestal para el Estado de Jalisco*. [En línea]. 33-36p. Recuperado el 23 de noviembre de 2023 de <http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/02%20Informes%20de%20acciones%20operativas/DiagnosticosEstatales/2022/Jalisco.pdf>

- SEMADES. (2010). Áreas Naturales Protegidas Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable (SEMADES). Tomado de <http://www.semades.jalisco.gob.mx>. Consulta: 25 de enero de 2023.
- SENASICA (2015). Ficha técnica *Fusarium* spp. (Hypocreales: Nectriaceae) podredumbre de raíces. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633031/Fusarium_spp_ma_z_2020.pdf (28 de enero de 2024).
- Shamoun, F. Ramsfield, D. y Van der Kamp, J. (2003). Biological control approach for management of dwarf mistletoes. *New Zealand Journal of Forestry Science*. 33(3): 373-384 p.
- Sibson, R. (1981). A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation. Capítulo 2 de *Interpolating Multivariate Data*, John Wiley & Sons: Nueva York. 21-36p.
- Talavera, E. 2000. Caracterización de los recursos naturales de la Sierra de Quila, Consultoría Forestal Integral. Guadalajara Jalisco, México.
- USDA. (2013). Forest Service. National strategy framework for invasive species management. [En línea] Washington: *United States Department of Agriculture*. https://www.fs.usda.gov/foresthealth/publications/Framework_for_Invasive_Species_FS-1017.pdf > (14 de diciembre de 2023).
- Valdivia, S. J. (1964). El muérdago (*Arceuthobium* sp.) en los bosques de la zona noroeste de Michoacán. *Parasitología forestal*, 15-67 p.
- Vázquez C., I., R. Pérez C. y R. Pérez C. (1986). Control químico del muérdago verdadero (*Psittacanthus* sp.) en la Sierra Purépecha (Meseta Tarasca). *Ciencia Forestal*. 11(59): 106-126 p.
- Vázquez, C.I., Villa, R.A. y Madrigal, H.S. (2006). Los muérdagos (Loranthaceae) en Michoacán. SAGARPA. CONAFOR. INIFAP. *Libro técnico* No. 2 División Forestal. Uruapan. Michoacán. México. 98 p.
- Vázquez, I. y Geils, B. (2002). Loranthaceae and Viscaceae in North America. Mistletoes of North American conifers. Gen. Tech. Rep. MRS-GTR-98.

- Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. USA. 1-8 p.
- Vázquez-Collazo I., Villa, R. y Madrigal, H. (2006). Los muérdagos (Loranthaceae) en Michoacán. *Libro Técnico* No. 2. Mich. México: CIRPAC, INIFAP Uruapan, Michoacán. México.
- Vázquez-Collazo, I. (1993). Contribución al conocimiento del muérdago verdadero (*Psittacanthus* spp.) en México. *Boletín Técnico*. No. 11. CIPAC. INIFAP. SARH. Uruapan, Michoacán. México. 41 p.
- Vázquez-Collazo, I. y W-Geils, B. (2002). Loranthaceae and Viscaceae in North America. Mistletoes of North American conifers. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-98. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. USA. 1-8 p.
- Villavicencio, R., Ávila, R., Treviño, E. y Muñoz, M. (2015). Cartografía de la cobertura vegetal y uso actual del suelo de la Sierra de Quila, Jalisco, México. *Memorias de resúmenes en extenso SELPER-XXI-México-UACJ-2015*.
- Villavicencio, R., Bauche, P., Gallegos, A., Santiago, A y Huerta M. (2005). Característica estructural y diversidad de comunidades arbóreas de La Sierra de Quila. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara*, 13(1):67-76p.
- Westwood, J., Yoder J., Timko, M., y dePamphilis, C. (2010). The evolution of parasitism in plants. *Trends in Plants Science* 15(4):227-235 p.