

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



**IDENTIFICACIÓN, INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL MUÉRDAGO
Phoradendron SOBRE *Quercus* spp. Y *Juniperus* pps. EN LOS CAÑONES
JAMÉ Y LOS LIRIOS DE LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA.**

**Por:
JOSE LUIS GARCIA FRANCO**

**TESIS
Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Marzo de 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

IDENTIFICACIÓN, INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE MUÉRDAGO *Phoradendron*
SOBRE *Quercus* spp. Y *Juniperus* spp. EN LOS CAÑONES JAMÉ Y LOS
LIRIOS DE LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA.

Presentada por:
JOSE LUIS GARCIA FRANCO

TESIS

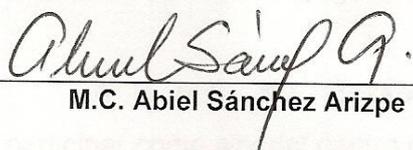
Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

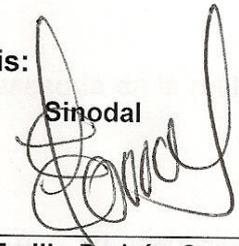
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el comité de tesis:

Presidente del Jurado

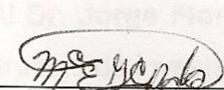
Sinodal


M.C. Abiel Sánchez Arizpe


M.C. Emilio Padrón Corral

Sinodal

Sinodal


M.C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda


Biol. Guadalupe Cepeda Puentes

Coordinador de la División de Agronomía

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2010



Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por haberme dado la vida, por tu Amor y llenarme de grandes bendiciones, y la oportunidad de alcanzar la meta de terminar mis estudios a nivel Licenciatura. Gracias Dios, te amo, eres todo en mi vida y mi razón de ser.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por la oportunidad de estudiar una profesión para servir al Campo. Por todas las facilidades que recibí durante el transcurso de la carrera, y la posibilidad de desarrollarme y superarme humana y profesionalmente.

Al **M.C. Abiel Sánchez Arizpe**, por los conocimientos brindados, por confiar en mí, por su apoyo y orientación como Asesor durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A la **Biol. Guadalupe Cepeda Puente**, por su participación en el desarrollo de la investigación y su disposición para facilitar el trabajo de campo, además de su participación en el Comité Asesor.

Al **M.C. Emilio Padrón Corral**, por su apoyo y asesoría en la realización y el análisis de esta investigación.

A la **M.C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda**, por su disposición para participar como sinodal dentro del Comité Asesor de esta investigación.

Al **Dr. Jorge Flores Flores**, por su asesoría y apoyo en la planeación de este al trabajo de investigación.

Al **Dr. Juan Manuel Martínez Reyna**, por su amistad, su apoyo y contribución en mi formación tanto profesional como personal, por creer en mí.

Al **M.C. Antonio Cárdenas Elizondo**, por su amistad, sus consejos y su apoyo en el transcurso de la carrera.

A todos los profesores del Departamento de Parasitología, que compartieron sus conocimientos y su pasión por la Parasitología. Y a todos aquellos que contribuyeron en mi formación.

A mis compañeros de Generación de la carrera de Ing. Agrónomo Parasitólogo, especialmente a aquellos que más que compañeros son buenos amigos, a **Olga, Elena, Karina, Mary, Beimar y Sergio**.

Al **Equipo Internacional de Identificación de Plantas de Pastizales**, que me permitió formar parte de su historia. Al Doc, el mejor entrenador, a mis compañeros y amigos: Noemy, Olga, Amanda, Yuly, Rufino, Víctor, Toño, Ademir y Carlos.

A aquellos amigos que han estado pendientes de mí durante este tiempo, y que me han brindado su apoyo incondicional, a **Asunción, Digna, Rosaicela, Hortensia, Cristina**. Y a todas aquellas personas que han contribuido de alguna forma a cumplir esta meta.

DEDICATORIA

A mis padres, **Catarino García Franco** y **María Franco Vela**, que me dieron la dicha de vivir, me educaron con su ejemplo, me enseñaron a ir en el mundo por el camino del bien, y con todo su amor se han esforzado por darme la mejor educación posible.

A mis hermanos: **Rosaura, Nelso, Matías^(†), Catarino, Severo, Guadalupe, Beatriz** y **Ana María**, que siempre han estado para mí, y son fuente de inspiración. Por compartir tantas cosas juntos y la felicidad de tener tan gran familia.

A mis sobrinos **Ramón, Irene, Rosaura, Isidoro, Nelson, Catarino, Mariana, Jesús, Sarahí, Jacob, Yaretzi y Osvaldo**, que con su inocencia me motivan a ser una mejor persona.

A mis abuelos, tíos, primos y familiares, que me dan su apoyo y aliento para seguir adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Muérdagos.....	4
Descripción del Género <i>Phoradendron</i>	6
Posición taxonómica.....	7
Biología.....	7
Infección.....	8
Polinización.....	8
Dispersión.....	9
Ciclo de vida del muérdago.....	10
Condiciones para el establecimiento del muérdago.	11
Hospederos.....	12
Fisiología hospedero-parásito.....	12
Ecología hospedero-Parásito.....	13
Síntomas de daño causado por los muérdagos.....	13
Especies reportadas para la sierra de Arteaga.....	14
Importancia.....	15
Manejo del muérdago	16
Como plaga forestal.	17
Encino.....	18
Clasificación Taxonómica.....	19
Descripción Morfológica.....	19
MATERIAL Y MÉTODOS	20
Descripción del Área de Trabajo.....	20
Diseño y Sitios de Muestreo.....	21
Identificación de Muérdagos.....	21

Incidencia.....	22
Severidad.....	22
Análisis Estadístico.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
Identificación de Especies de <i>Phoradendron</i> y sus Hospederos.....	24
Incidencia y Severidad por Especie de Muérdago en el Cañón Los Lirios.....	26
Incidencia y severidad de rodales en especies.....	27
Incidencia.....	27
Severidad.....	28
Incidencia y severidad de especies en rodales.....	29
Incidencia.....	29
Severidad.....	30
Incidencia y Severidad por Especie de Muérdago en el Cañón Jamé.....	31
Incidencia y severidad de rodales en especies.....	32
Incidencia.....	32
Severidad.....	33
Incidencia y severidad de especies en rodales.....	34
Incidencia.....	34
Severidad.....	34
CONCLUSIONES.....	36
LITERATURA CITADA.....	38
APÉNDICES.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Sistema endofítico.....	8
Figura 2. Ciclo de vida del muérdago.....	11
Figura 3. Representación esquemática de varios porcentajes de infección, el área sombreada simboliza el ataque del muérdago verdadero.....	23
Figura 4. <i>Phoradendron densum</i> Torr.....	25
Figura 5. <i>Phoradendron hawksworthii</i> Wiens.....	25
Figura 6. <i>Phoradendron tomentosum</i> (DC.) Engelm.....	25
Figura 7. <i>Phoradendron lanceolatum</i> Engelm.....	25

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Manejo de muérdago según el grado de infección.....	19
Cuadro 2.	Volumen infectado de la copa, en el sistema de 4 clases y grados de infección.....	22
Cuadro 3.	Hospederos de las especies de Muérdago <i>Phoradendron</i>	24
Cuadro 4.	Comparación múltiple entre medias de especies en el Cañón de Los Lirios, a la variable de respuesta incidencia, con un 99% de confianza.....	26
Cuadro 5.	Comparación múltiple entre medias de rangos de especies en el Cañón de Los Lirios, a la variable de respuesta severidad, con un 99% de confianza.....	26
Cuadro 6.	Comparación múltiple entre medias de rodales dentro de especies, a la variable de respuesta incidencia, en el Cañón de Los Lirios, con un 99% de confianza.....	27
Cuadro 7.	Comparación múltiple entre medias de rangos de rodales en especies, a la variable de respuesta severidad, en el Cañón de Los Lirios, con un 99% de confianza.....	28
Cuadro 8.	Comparación múltiple entre medias de especies en rodales, a la variable de respuesta incidencia, en el Cañón de Los Lirios, con un 99% de confianza.	29
Cuadro 9.	Comparación múltiple entre medias de rangos de especies en rodales, a la variable de respuesta severidad, en el Cañón de Los Lirios, con un 99% de confianza.	30
Cuadro 10.	Comparación múltiple entre medias de especies en el Cañón de Jamé, a la variable de respuesta incidencia, con un 99% de confianza.....	31
Cuadro 11.	Comparación múltiple entre medias de rangos de especies en el Cañón de Jamé, a la variable de respuesta severidad, con un 99% de confianza.	31

Cuadro 12.	Comparación múltiple entre medias de rodales en especies, a la variable de respuesta incidencia, en el Cañón de Jamé, con un 99% de confianza.	32
Cuadro 13.	Comparación múltiple entre medias de rangos de rodales en especies, a la variable de respuesta severidad, en el Cañón de Jamé, con un 99% de confianza.	33
Cuadro 14.	Comparación múltiple entre medias de especies en rodales, a la variable de respuesta incidencia, en el Cañón de Jamé, con un 99% de confianza.	34
Cuadro 15.	Comparación múltiple entre medias de rangos de especies en rodales, a la variable de respuesta severidad, en el Cañón de Jamé, con un 99% de confianza.	35
Cuadro 16.	Ubicación geográfica de los sitios de muestreo en Los Lirios y Jamé.....	41
Cuadro 17.	Datos de incidencia por cada sitio de muestreo en Los Lirios y Jamé.	42
Cuadro 18.	Datos de severidad por cada sitio de muestreo en Los Lirios y Jamé.....	42
Cuadro 19.	Análisis de varianza de incidencia por especie en Los Lirios con datos corregidos $\sqrt{n+3}$	43
Cuadro 20.	Análisis de varianza de incidencia por especie en Jamé con datos corregidos $\sqrt{n+3}$	43
Cuadro 21.	Análisis por rangos (no paramétrico) de la severidad por especies en Los Lirios, con arreglo factorial AxB usando una extensión de la prueba de Kruskal y Wallis.	43
Cuadro 22.	Análisis por rangos (no paramétrico) de la severidad por especies en Los Lirios, con arreglo factorial AxB usando una extensión de la prueba de Kruskal y Wallis.	44

RESUMEN

Con la finalidad de conocer las especies de *Phoradendron* presentes en los cañones de Los Lirios y Jamé de la sierra de Arteaga, como determinar la incidencia y severidad de cada especie de muérdago, se establecieron tres rodales por cañón en áreas representativas afectadas por el muérdago, con 6 sitios de muestreo de 500 m² por rodal. Se evaluaron las variables en arboles adultos de *Quercus* spp. Y *Juniperus* spp., el número de árboles afectados fueron utilizados para obtener el valor de la incidencia y la severidad se determinó en base a una escala de 4 niveles considerando el porcentaje del volumen de la copa del árbol ocupado por el muérdago. Las especies identificadas en esta área son *Phoradendron densum* Torr, *Phoradendron tomentosum* (DC.) Engelm., *Phoradendron lanceolatum* Engelm. y *Phoradendron hawksworthii* Wiens. Los principales hospederos son *Juniperus saltillensis* M. T. Hall, *Juniperus erythrocarpa* Cory, *Quercus striatula* Trel, *Quercus saltillensis* Trel. y *Quercus greggii* (DC.) Trel. La incidencia para *P. densum* fue mayor en los rodales ubicados al oeste, con 40.36 % en Los Lirios y 48.64 % en Jamé; *P. tomentosum* presentó mayor incidencia en los rodales centro, con 43.83 % en Los Lirios y 49.52 % en Jamé; *P. lanceolatum* tuvo el mayor porcentaje en el rodal centro de Los Lirios con 15.50 %. La severidad para *P. densum* fue mayor en los rodales ubicados al oeste, con niveles de 1.52 en Los Lirios y 1.33 en Jamé; *P. tomentosum* presentó mayor severidad en los rodales centro, con 1.81 en Los Lirios y 1.64 en Jáme; y *P. lanceolatum* tuvo mayor incidencia en el rodal 2 de Los Lirios con 0.99 en la escala.

Palabras clave: Muérdago, *Phoradendron*, Incidencia, Severidad, Arteaga

INTRODUCCIÓN

Los muérdagos de la familia Loranthaceae y Viscaceae son las plantas vasculares parásitas más importantes de coníferas en Canadá, Estados Unidos y México. Las especies de los géneros *Psittacanthus*, *Phoradendron* y *Arcethobium* causan los más grandes impactos económicos y ecológicos. Estos parásitos arbustivos, dependen de su hospedero para obtener agua, nutrientes, y algunos de sus carbohidratos. Los efectos patológicos en sus hospederos incluyen deformación de los tallos infectados, reducción del crecimiento, incremento en la susceptibilidad a otros agentes infecciosos o insectos, y la reducción de la longevidad. La presencia de plantas de muérdago y la mortalidad de árboles causada por ellos, tienen importantes efectos ecológicos y económicos en la sanidad de áreas forestales infestadas y áreas de recreación (Geils *et al.*, 2002).

El género *Phoradendron* incluye cerca de 250 especies, que se encuentran en zonas tropicales y templadas de América. Dentro de los hospederos se incluyen varios géneros de coníferas, muchas gimnospermas arbóreas, arbustos, y otros muérdagos.

A nivel nacional, para el año 2008, del total de la superficie muestreada para la detección de problemas parasitológicos, el 3.7 % se encontró afectada por muérdagos, siendo este problema el que mayor área afecta, sobre defoliadores con un 2 %, descortezadores con 2 % y barrenadores con un 0.6 % (SEMARNAT, 2009). Según los reportes, en Coahuila, los muérdagos se encontraron afectando un 23.16 por ciento del total de la superficie muestreada para el año 2008.

En la actualidad se ha detectado la invasión de plantas parásitas del género *Phoradendron*, conocidos como muérdagos verdaderos, parasitando a hospederos de los géneros *Quercus*, *Juniperus* y en menor proporción *Cupressus* en la Sierra de Arteaga. Los muérdagos son considerados como uno de los problemas parasitológicos forestales de mayor importancia, no sólo a nivel nacional sino internacional.

En Coahuila las áreas boscosas cobran gran importancia desde el punto de vista hídrico, edáfico, faunístico y recreativo. Los cañones Jamé y Los Lirios que forman parte de la Sierra de Arteaga, presentan bosques con una asociación principal de pino-encino. Además existe otro tipo de vegetación, el chaparral, que se constituye principalmente por especies de encinos y que es común en áreas de transición entre zonas áridas y zonas templadas. Este tipo de vegetación presenta hospederos específicos de algunas especies de *Phoradendron*.

La realización de este trabajo de investigación es necesaria por la inexistencia de estudio sobre incidencia y daños de *Phoradendron* parasitando encino y cedro en México, y por la necesidad de información base, que permita diseñar estrategias de manejo o para la toma de decisiones sobre el mejor manejo de bosques afectados. Por lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos:

- Identificar las especies del género *Phoradendron* que se encuentran parasitando los árboles, y sus hospederos en la zona de la Sierra de Arteaga.
- Determinar la incidencia y severidad (epidemiología) de las diferentes especies de muérdago sobre sus hospederos.

Se establece como hipótesis que:

- Se encontrará las especies *Phoradendron tomentosum* y *P. densum*.
- La planta parásita se encuentra presente en ambos cañones que forman parte de la Sierra de Arteaga: Jamé y Los Lirios.
- Se encontrará una incidencia mayor al 50 %. Teniendo como mayor grado de severidad, según el criterio utilizado y que se explica posteriormente, los niveles 2 y 3.

REVISIÓN DE LITERATURA

Muérdagos

Los muérdagos son un grupo diverso dentro del orden Santalales, de plantas parásitas arbustivas, usualmente aéreas, con frutos que poseen una capa de viscina. Estos, están ampliamente distribuidos geográficamente y como grupo tienen amplio rango de hospederos en coníferas y otras plantas leñosas. Muchos muérdagos están especialmente adaptados para la polinización y dispersión por aves, y varias especies de aves hacen un uso extensivo de este recurso. Los muérdagos son patógenos dañinos de árboles y en muchas partes del mundo son un serio problema forestal (Geils y Vázquez, 2002).

Los muérdagos son plantas parásitas con flores, que atacan los tallos de otras plantas. Este término describe plantas con un hábito parasítico aéreo y que son miembros de un grupo taxonómico específico (Santalales) (Mathiasen *et al.*, 2008).

Las principales familias de muérdagos son Loranthaceae y Viscaceae. Las lorantáceas y viscáceas han sido consideradas subfamilias dentro de Loranthaceae, pero ahora son reconocidas como familias distintas aunque relacionadas. Éstas tienen varias diferencias anatómicas, embriológicas, y cromosomales entre ellas, pero una diferencia práctica es que las flores en Viscaceae son pequeñas e inconspicuas, mientras que en Loranthaceae son largas, coloreadas y poseen un cálculo. Las plantas de la familia Viscaceae ocurren en zonas tropicales y templadas del hemisferio norte, en cambio las Loranthaceae están generalmente en zonas tropicales. Ambas familias se encuentran en territorio mexicano (Geils y Vázquez, 2002).

Los muérdagos de América son *Cladocolea*, *Struthanthus*, *Psittacanthus*, *Dendropemon* (Loranthaceae), y además *Phoradendron*, *Arcethobium* y *Viscum* (Viscaceae). Los géneros más importantes de las aéreas forestales de Norte América son *Arcethobium*, *Phoradendron* y *Psittacanthus*.

Dos géneros de muérdago crecen en Norte América: el "muérdago enano" (género *Arceuthobium*), y el "muérdago verdadero" (género *Phoradendron*) (Scharpf y Hawksworth, 1974).

Generalmente el muérdago más representativo de la familia Viscaceae es *Phoradendron*, que típicamente afecta árboles leñosos y que se usa en algunos lugares sobre las puertas en las celebraciones de invierno. Por varias razones, las infecciones de *Phoradendron* no reciben el mismo nivel de atención por los especialistas forestales que tiene *Arcethobium*. *Phoradendron* más típicamente causa daños a *Juniperus* en las áreas del suroeste de Estados Unidos. Pero estos muérdagos incluyen diferentes especies, infectando una gran variedad de hospederos, y provee un interesante modelo de la interacción hospedero-parásito (Geils *et al.*, 2002).

Se encuentran distribuidos particularmente en los climas cálidos. Atacan principalmente a los árboles de sombra y a los forestales de madera dura, pero también a muchos de los árboles comunes, tanto frutales como de plantación, e incluso a algunas gimnospermas tales como el enebro y el ciprés. Producen pérdidas económicas considerables en algunas áreas, no siempre tan graves como las que causan los muérdagos enanos (Agrios, 2005).

El género *Phoradendron*, exclusivo del nuevo mundo, comprende 243 especies que se distribuyen desde los Estados Unidos hasta Suramérica (Kuijt, 2003 y Mathiasen *et al.*, 2008). Para Zamora (2006) el género *Phoradendron* incluye 235 especies distribuidas desde Estados Unidos hasta Argentina, con la mayor cantidad de especies en la zona tropical.

Scharpf y Hawksworth (1974) mencionan que el género *Phoradendron* incluye cerca de 250 especies, que se encuentran en zonas tropicales y templadas de América. Dentro de los hospederos se incluyen varios géneros de coníferas, muchas hojosas, arbustos, y otros muérdagos. El área de mayor diversidad se encuentra en las áreas tropicales.

Descripción del Género *Phoradendron*

Los muérdagos verdaderos del género *Phoradendron* son plantas parásitas con flores que se caracterizan por sus ramas aéreas que son fácilmente visibles sobre la planta hospedera. Mayormente tienen hojas, aunque a veces éstas pueden estar grandemente reducidas en algunas especies. Los muérdagos son dioicos y las plantas femeninas tienen flores y producen bayas con semillas, mientras que las plantas masculinas tienen pequeñas flores inconspicuas que sólo producen polen (Young y Olsen, 2003). Por ser las flores masculinas y femeninas tan similares en apariencia, es difícil saber el sexo de la planta a menos de que los frutos estén presentes (Scharpf y Hawksworth, 1974). Nombres comunes: Injerto, muérdago, mistletoe.

Agrios (2005) menciona que los muérdagos del género *Phoradendron* son parásitos siempre verdes, que tienen hojas y tallos bien desarrollados. La altura de estas plantas va desde unos cuantos centímetros hasta un metro o más. Desarrollan hojas verdes típicas que efectúan la fotosíntesis y normalmente pequeñas flores dioicas y frutos en forma de bayas que contienen una sola semilla.

Zamora (2006) describe a los muérdagos del género *Phoradendron* como: arbustos, hemiparásitos, unidos al hospedero por raíces especializadas hasta formar una estructura llamada haustorio, tallos y hojas con clorofila, tallos cilíndricos o angulados, articulados a la altura de los nudos, quebradizos; ramitas a menudo tienen escamas o catáfilos arriba de los nudos. Hojas simples, opuestas o decusadas, la lámina coriácea, margen entero, venación pinnada, palmeada o a veces inconspicua, el pecíolo poco diferenciado y articulado en la base. Inflorescencias son espigas, las flores inmersas en el raquis de la inflorescencia, arregladas en 4 series longitudinales y separadas por dos escamas opuestas, formando entrenudos fértiles; las espigas unisexuales o bisexuales; flores unisexuales, con 1 serie de 3 (2-5) lóbulos, las flores masculinas con estambres sésiles o casi sésiles biloculares; flores femeninas con un ovario inferior unilocular, estilo corto, estigma capitado. Frutos son bayas de 3 a 6 mm, color blanco, rosa o rojizo, carnosas, con una pulpa mucilaginososa; semillas 1.

Posición taxonómica

Las género *Phoradendron* pertenece a la familia Viscaceae, que se caracteriza porque en ellas se encuentran plantas generalmente arbustivas o subarbustivas, hemiparásitas de árboles y arbustos. Esta familia cuenta con tres géneros de muérdagos muy comunes: *Arceuthobium*, *Phoradendron* y *Viscum* (Brands, 2007).

Dominio:	Eucariota
Reino:	Plantae Haeckel, 1866 – Plantas
Fílum:	Tracheophyta
Subfílum:	Spermatophytina (auct). Smith-caballero
Infraphylum:	Angiospermae auct.
Clase:	Magnoliopsida Brongniart, 1843
Subclase:	Rosidae Takhtajan, 1967
Superorden:	Santalanae Thorne 1992
Orden:	Santalales Dumortier, 1829
Familia:	Viscaceae Batsch, 1802
Subfamilia:	Charadriinae
Tribu:	Phoradendreae
Género:	<i>Phoradendron</i> Nuttall, 1848

Biología

Los muérdagos son plantas que requieren de un hospedero para vivir. Algunas son demasiado específicas y crecen sólo sobre un género de árboles; otras se presentan en un amplio rango de especies leñosas. Aunque son parásitas, elaboran su propio alimento mediante la fotosíntesis y en general únicamente requieren agua y elementos minerales de la planta hospedera. En ausencia de la parte aérea, el sistema endofítico puede utilizar los nutrientes del hospedero para sobrevivir en una infección latente por varios años (Scharpf y Hawksworth, 1974). El género cuenta con un amplísimo ámbito de distribución altitudinal, desde 0-3000 m.

Infección.- Para comenzar la infección, la semilla debe adherirse a la corteza o a las hojas de una rama joven susceptible como huésped. Un recubrimiento viscoso y sobre la superficie de las semillas una pubescencia parecida a hilos adhieren las semillas excretadas firmemente a las ramas de los árboles (Scharpf y Hawksworth, 1974).

Durante la germinación, el muérdago, forma un hipocotilo que se elonga hasta que es detenida por un abultamiento o por la base de una hoja, en este punto, la radícula produce una cantidad irregular de tejido (apresorio) el cual funciona como soporte por la parte inferior de este tejido, que hace presión directamente sobre las ramas del hospedero donde se desarrolla la clavija y la raíz principal como haustorio (Scharpf y Hawksworth, 1974).

Como otras plantas con flores, la germinación es influenciada por la temperatura, humedad y la luz. Las semillas de los muérdagos pertenecientes a Viscaceae tienen un endospermo clorofílico que es capaz de producir azúcares simples como fuente de energía antes de la germinación. Un gancho de penetración se desarrolla sobre la superficie inferior para anclarse rápidamente e iniciar la penetración mecánica de la epidermis o la corteza, y eventualmente conectarse con el floema o xilema del hospedero. La penetración en el tejido del hospedero es evidentemente solamente por medios mecánicos y hasta ahora, no se ha identificado que la penetración a los tejidos del hospedero sea de forma química. Una vez que el muérdago ha entrado al tejido del hospedero, éste desarrolla un sistema endofítico (Figura 1), que consiste en hebras corticales que corren de forma paralela al córtex y haustorios, y después produce los brotes aéreos (Mathiasen *et al.*, 2008).

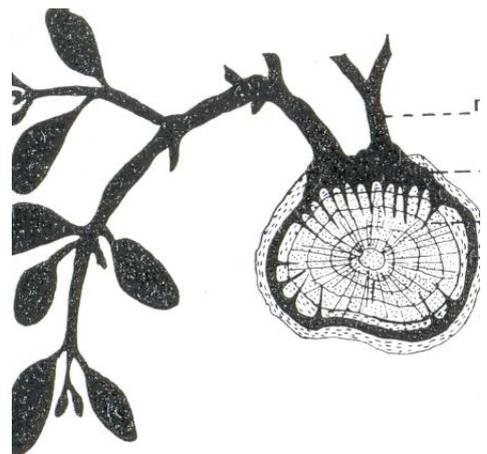


Figura 1. Sistema endofítico.

Polinización.- Los muérdagos son polinizados por agentes bióticos, principalmente pájaros e insectos, tanto como por el viento (Scharpf y Hawksworth, 1974 y Nickrent y Musselman, 2004).

Dispersión.- La coevolución de los muérdagos con las aves que les sirven de vectores ha resultado en frutos atractivos y nutritivos que proveen de alimento para muchas especies de aves alrededor del mundo. Los frutos maduros de los muérdagos son coloreados (usualmente amarillos, rojos azules o purpuras), y sus semillas están cubiertas por una sustancia mucilaginosa natural llamada viscina. Las aves pueden tragar todo el fruto, quitar el exocarpo e ingerir la semilla con la viscina o comer únicamente la cubierta de viscina alrededor de la semilla. Una vez que el ave ha comido la semilla, ésta es regurgitada o excretada, pero la semilla está aún recubierta por algo de viscina, que le permite adherirse a sus potenciales hospederos. Aproximadamente 90 especies de aves pertenecientes a 10 familias son consideradas especialistas de frutos de muérdagos, exhibiendo un rango de adaptaciones morfológicas y de comportamiento para su dieta tan restringida (Mathiasen *et al.*, 2008).

Graves infestaciones de muérdago a menudo se producen sobre un árbol infectado, porque las aves son atraídas a estos y pueden pasar períodos prolongados alimentándose de las bayas del muérdago (Scharpf y Hawksworth, 1974).

Phoradendron presenta un patrón de distribución agregado. El patrón espacial del muérdago se explica principalmente por el tamaño del hospedero y tipo de dispersión. Los árboles de mayor tamaño generalmente están parasitados más frecuente e intensivamente que los de menor tamaño (Pinto, 2005).

La distribución, tamaño y sexo del hospedero pueden influenciar la distribución y abundancia del muérdago. Las aves que diseminan las semillas usualmente prefieren posarse sobre las cimas de los árboles más grandes, entonces las semillas pueden ser depositadas (Scharpf y Hawksworth, 1974). Para las especies dioicas, las aves visitan más las plantas en fructificación por lo que las plantas femeninas son generalmente más afectadas.

Ciclo de vida del muérdago

Phoradendron tiene un ciclo de vida típico de los muérdagos, caracterizado por la dispersión por aves o semillas explosivas, un parasitismo interno en su hospedante leñoso, y un crecimiento aéreo para la producción de flores y frutos (Geils *et al.*, 2002).

Un gran número de aves se alimenta de los frutos del muérdago y dispersan las semillas mediante la excreción o la regurgitación de éstas. Las semillas pasan rápidamente por el sistema digestivo de las aves, y al posarse sobre los árboles, las semillas son depositadas en sitios propicios para una infección. Durante la germinación, la semilla produce una radícula y un apresorio que penetra la rama del hospedero usualmente cerca de la inserción de otra rama, desarrollando un sistema endofítico interno. Una vez que los brotes aéreos son producidos, inicia la realización de la fotosíntesis de *Phoradendron*, porque éste es un hemiparásito, no una simple epifitia. Las plantas pueden ser machos o hembras. La producción de flores y reproducción es típica, excepto porque la hibridación natural ocurre pero raramente. Los frutos son producidos después de varios años de la infección, las plantas más longevas producen más frutos y más grandes. Aunque las formas de hojas y brotes de *Phoradendron* intenten mimetizarse con las del hospedero, la biología detrás de la apariencia es clara. El sistema endofítico es perenne, pero las plantas de todas las edades están sujetas a la mortalidad por temperaturas bajas extremas (Geils *et al.*, 2002).

Se requieren varios años después de la infección para que una nueva semilla genere una planta desarrollada. El parásito no aparece rápidamente, pero una vez que una planta se establece, el sistema epicortical se extiende gradualmente hacia arriba y abajo de la rama. La defoliación o destrucción de la parte aérea no mata al muérdago. Nuevos brotes pueden ser producidos del sistema interno, o la parásita puede sobrevivir y crecer completamente a partir del tejido infectado del hospedero. El muérdago muere cuando el árbol, o si la porción infectada muere o es removida (Scharpf y Hawksworth, 1974).

Hawksworth (1980) menciona que el muérdago tiene un ciclo de vida largo. El tiempo transcurrido entre la infección y la producción de semillas es típicamente de cuatro a seis años, y a veces mayor (Figura 2). El tiempo de la maduración de la semilla para las especies mexicanas varía de 12 a 18 meses teniendo lugar en la última parte del verano, dependiendo de la especie que se trate. También menciona que la mayoría de los muérdagos mexicanos florecen en invierno y a principios de la primavera, con algunas excepciones que lo hacen más tarde, en los últimos días de julio, agosto o septiembre.

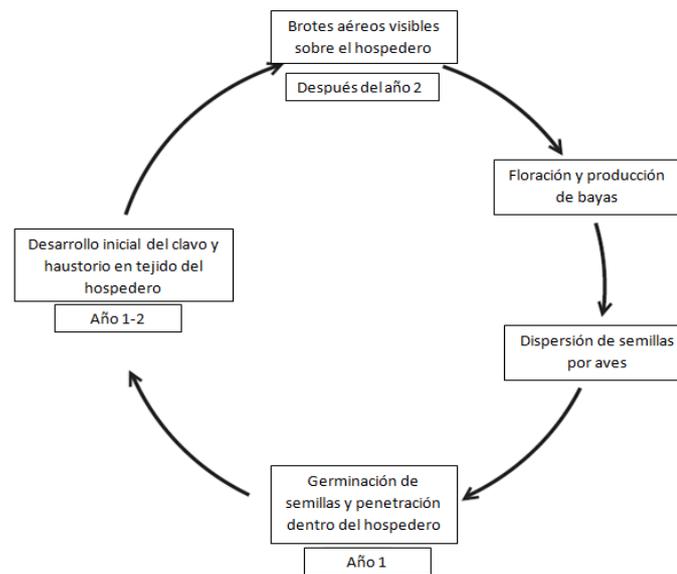


Figura 2. Ciclo de vida del muérdago.

Condiciones para el establecimiento del muérdago

El muérdago es del tipo de plantas parásitas oportunistas que se presentan en áreas debilitadas con una tendencia marcada a la declinación; esto se refiere a las áreas perturbadas, sobreexplotadas, con mal manejo y sobre todo, a aquellas áreas que se desarrollan bajo estrés hídrico no acostumbrado. Estas circunstancias hacen que el arbolado pierda cualquier resistencia natural de repeler y/o tolerar el ataque de los parásitos, entonces se torna susceptible y el ataque de estos se hace más notorio y cobra mayor importancia. Se considera que al abrir la masa arbórea donde existe infestación se propicia su diseminación o ésta se hace más rápida (Hawksworth, 1980). Las semillas de muchas especies de *Phoradendron* requieren de humedad para la germinación, por lo que la

infección ocurre durante periodos lluviosos (Young y Olsen, 2003). Ante las investigaciones realizadas hasta el momento, los árboles no presentan ningún mecanismo bioquímico de defensa contra el muérdago.

Hospederos

Los muérdagos requieren necesariamente de un hospedero para vivir. Algunos crecen solamente en una especie de árboles, pero otros crecen en diversos hospederos aun de diferentes géneros. Atacan principalmente a los árboles de sombra y a los forestales de madera dura, pero también a muchos de los árboles comunes tanto frutales como de plantación, por ejemplo, el manzano, el cerezo, los cítricos, el caucho, el cacao y el café, e incluso a algunas gimnospermas tales como el enebro y el ciprés (Agrios, 2005).

Mathiasen *et al.* (2008) mencionan dentro de los hospederos de *Phoradendron* al: aguacatero, cítricos, cacao, cafeto, encinos, nogal, y duraznero.

Fisiología hospedero-parásito

Los muérdagos fijan algo de carbono, pero obtienen la mayor parte de su hospedero, los muérdagos transpiran mucha agua (toda de sus hospederos). Obtienen la mayoría del nitrógeno de sus hospederos, con la inevitable consecuencia de las relaciones fisiológicas. Fuertes infecciones de muérdago incrementan el estrés hídrico y reducen el vigor, viabilidad y la reproducción del hospedante a favor del muérdago. Se reporta que *Phoradendron* en el Gran Cañón ocasiona la muerte de *Juniperus*, además *Juniperus* puede también formar escobas de bruja en respuesta a la infección. Hollinger (1983) reportó que *Phoradendron villosum* tiene igual capacidad estomacal que *Quercus lobata*, pero una mucho menor capacidad para fijar carbono, además de un uso ineficiente del agua por parte del muérdago.

Ecología hospedero-parásito

Hreha y Weber citados por Geils *et al.*, (2002) reportan mayor infección en árboles viejos, en comparación con infecciones en áreas de arbolado joven. Las infecciones en *Juniperus* a veces presentan una distribución en parches, con algunos árboles fuertemente infectados. *Juniperus* severamente infectados por muérdago tienen bajos rangos de infección por micorrizas benéficas, y las hembras de *Juniperus* son más seriamente afectadas que los machos.

Phoradendron también exhibe un fenómeno curioso donde un muérdago es parasitado por otro muérdago de la misma especie o de una diferente, pero no es común.

Síntomas de daño causado por los muérdagos

Los daños causados por *Phoradendron* no son tan severos como los causados por *Arcethobium*, pero ciertas especies pueden llegar a provocar la muerte de su hospedero.

El primer signo visible de la infección es la aparición de pequeños brotes aéreos saliendo del hospedero. La infección causa la reducción del vigor por la competencia por nutrientes y agua (Young y Olsen, 2003 y Mathiasen *et al.*, 2008).

Mathiasen *et al.* (2008) señalan como los principales síntomas:

Hipertrofia. Causada de forma localizada en el tejido del hospedero en el punto de la infección. Es causada principalmente por la disrupción del desarrollo normal de los tejidos, formando células secundarias del xilema y floema.

Muerte descendente de ramas. Es un síntoma muy común. Después de un periodo de tiempo, las ramas distales a la conexión del muérdago mueren; mientras que el segmento de la rama proximal al punto de conexión permanece

vivo y continua suministrando agua y nutrientes al parásito. En muchos casos la parte distal cae, quedando sólo la rama soportando la planta de muérdago en la punta. La muerte de toda la parte alta del árbol es síntoma de una severa infección.

El parásito absorbe el agua, los minerales y los fotosintatos del hospedante, ocasionando así la inanición y muerte de la porción de la rama que se encuentra debajo del foco de infección. Disminuye también la vitalidad de la rama y, cuando es suficientemente abundante, de todo el árbol. Además, altera el equilibrio de las sustancias hormonales del hospedante en el área afectada y produce hipertrofia e hiperplasia de las células, así como hinchamientos y deformaciones de varias formas sobre las ramas. Este desequilibrio hormonal estimula también a las yemas laterales, normalmente en reposo, a que formen una cantidad excesiva de vástagos, originando un crecimiento denso de aspecto anormal. Las infecciones severas causadas por los muérdagos debilitan a los árboles y aumentan el riesgo al desplome por el viento (Agrios, 2005).

Otro aspecto es que al ataque del muérdago, es que predispone a los árboles afectados a un intenso ataque de insectos y hongos que pueden atacar cualquier otra parte vegetativa de la planta, así como debilitamiento en el tronco y ramas que llegan a sufrir fácilmente rompimientos y caídas por el viento. Además de afectar marcadamente la longevidad del árbol (Scharpf y Hawksworth, 1974).

Especies reportadas para la sierra de Arteaga

De las nueve especies reportadas para el estado de Coahuila, solamente dos se mencionan están presentes en el municipio de Arteaga: *Phoradendron densum* Torr (*P. pauciflorum* Torr., *P. saltillense* Trel.) y *Phoradendron villosum* (Nutt.) Nutt (Villarreal, 2001). Zavaleta (2008) menciona además de las especies anteriores, a *P. lanceolatum* dentro Arteaga.

Importancia

Los muérdagos han sido considerados por largo tiempo por muchas personas como especiales. Tienen un rol sagrado y mítico en numerosas culturas. Los muérdagos son usados como decoración en días festivos y como modelos para nuevos desarrollos farmacológicos. Son importantes agentes de enfermedades, disturbios y de evolución. Como patógenos, afectan la fisiología del hospedante. Los resultados de la enfermedad en árboles son: escobas de bruja, debilitamiento, reducción del crecimiento, la sobrevivencia y la reproducción, y el incremento en la susceptibilidad a otras enfermedades y daños. Las implicaciones de una infestación tienen consecuencias económicas y ecológicas. Los muérdagos son plagas forestales por las pérdidas comerciales que causan. La importancia de los daños, radica en dos cuestiones: qué tanto (extensión y abundancia) y qué efectos provoca.

El muérdago afecta la calidad como la cantidad de madera. La calidad es reducida por los numerosos nudos que se forman a lo largo del fuste por granulaciones anormales, por manchas oscuras o pudrimentos de la madera; así mismo la producción de semilla se ve drásticamente reducida en árboles altamente infestados, llegando a reducirse en un 50 %, como la viabilidad de la misma que llegan a producir los árboles infestados se reduce en un 20 %.

Desde una perspectiva ecológica, los efectos de las infestaciones por muérdagos son complejos, porque esto tiene numerosos criterios y relaciones que deben ser consideradas para dar una situación como resultado. Sin embargo, las relaciones simbióticas entre el hospedero y el muérdago tienen consecuencias en las poblaciones y la coevolución, que no se pueden categorizar como positivas o negativas. Además, existen también relaciones con herbívoros, procesos de polinización tanto del muérdago como del hospedero y con aves que se alimentan de sus frutos. La relevancia de todos los factores, es que los muérdagos son en ocasiones de importancia ecológica y agentes evolucionarios que conducen estos sistemas (Geils y Vázquez, 2002).

Los muérdagos en México son más abundantes en áreas frías o templadas, encontrándose en más del 10 % del área forestal. El área forestal afectada varía por estado, Durango 1 %, Nayarit 1 %, Sonora 9 %, Chihuahua 7.5 %, Zacatecas 24 % (Caballero, 1970 citado por Geils y Vázquez, 2002).

En México, Sanidad Forestal (2003) dio el Informe Nacional para la tercera Sesión del Foro de las Naciones Unidas sobre los bosques, en el que detalla que la superficie forestal afectada por plantas parásitas (muérdagos) se estima que asciende a 1.8 millones. Del total del recurso forestal afectado, casi el 37 % correspondió a plantas parásitas (muérdagos), seguido por los insectos descortezadores con un 27 %, el restante 36 % agrupa afectaciones por defoliadores, barrenadores y otros agentes.

Para el año 2008, del total de la superficie muestreada a nivel nacional para diagnóstico fitosanitario, la superficie forestal afectada por muérdagos fue de 3.68 %, seguido de insectos descortezadores y defoliadores con un 2 % cada uno. En el estado de Coahuila, del total del área muestreada, el 23 % se encontraba con la presencia de algún tipo de muérdago. Del recurso forestal afectado de acuerdo al muestreo para diagnóstico fitosanitario, el 99.57 % correspondió a muérdagos, siendo el área restante afectada por descortezadores (SEMARNAT, 2009).

Manejo del muérdago

Los muérdagos son manejados en una variedad de perspectivas dependiendo de la naturaleza de éste y de la situación particular, en algunas áreas puede ser manejado como una plaga forestal destructiva, pero en otras, su importancia en los ecosistemas es tal, que es necesario un manejo para su preservación. Lo más recomendable es un manejo integrado con el ecosistema, considerando las situaciones particulares de su presencia (Mathiasen *et al.*, 2008).

Como plaga forestal.- El control de muérdago es difícil en áreas forestales. Para su eliminación, las ramas deben ser cortadas, pero la poda debe realizarse únicamente cuando se considere económicamente viable. En las áreas libres de muérdago, existe el riesgo de la introducción del patógeno por las aves. Cerca de 5 a 10 años son requeridos para que el parásito alcance proporciones de daño que hagan necesario el control (Scharpf y Hawksworth, 1974).

Las vegetaciones aún no infectadas deben protegerse de las infecciones por los muérdagos mediante el establecimiento de una zona de protección libre del parásito entre la vegetación enferma y la que se debe proteger (Agrios, 2005).

La plantación de especies de árboles que no son susceptibles a las especies de muérdagos locales es recomendable para el manejo de la enfermedad.

La eliminación de los brotes del muérdago no mata al parásito, pero ayudan a evitar la producción de semillas y si se realiza periódicamente durante varios años las infecciones se van debilitando, una alternativa es cubrir los puntos de infección con plástico negro para evitar el rebrote. La poda de ramas afectadas es la mejor estrategia cuando es viable económicamente, se debe realizar cortando 30 cm abajo del punto de inserción del muérdago.

Cuadro 1. Manejo de muérdago según el grado de infección.

Grado de infección	Manejo
0,1 y 2	Poda de saneamiento
3	Programa de manejo

En aquellos lugares donde la infestación del muérdago sea muy intensa es indispensable la eliminación del hospedero, procediendo inmediatamente a elaborar los planes de protección que aseguren una nueva masa libre de parásitos. Cuando se aplique el método radical de eliminación de árboles fuertemente afectados, deberá procederse a la incineración de todos los desperdicios, y principalmente de aquellos tallos de muérdago que poseen frutos.

Dentro del control químico se han incluido inyección del tronco con herbicidas, aplicación de herbicidas sobre la planta y el uso de reguladores de crecimiento aplicado a los brotes aéreos. Estos métodos no son completamente recomendables, debido que afectan significativamente al hospedero. Actualmente se encuentra en el mercado un producto desecante específico para el control de muérdagos, autorizado para su uso en el control de *Psittacanthus*, pero aún no es probada su efectividad sobre *Phoradendron*. El control biológico con hongos ha sido discutido para *Arcethobium*, pero no ha sido reportado para muérdagos verdaderos (Mathiasen *et al.*, 2008).

Encino (*Quercus* spp)

El bosque de *Quercus* o encinar, es el tipo de vegetación característico de las zonas montañosas templadas y semihúmedas en asociación con los pinares. Los encinos se distribuyen en toda la República (excepto los Estados de Yucatán y Quintana Roo). Se encuentran desde el nivel del mar hasta los 2800 m de altitud, con una precipitación entre 600 y 1200 mm y una temperatura media anual entre 10 y 26°C. Se calcula que ocupa alrededor del 5.5 % del territorio, y asociado a bosques de Pinos el 13.7 %.

El género *Quercus* presenta un rango ecológico amplio, además de ser taxonómica y fisonómicamente muy diverso. En áreas méxicas se asocia generalmente con especies del género *Pinus*, siendo ambos los componentes principales en estas comunidades vegetales, sin embargo, en ocasiones el género *Quercus* puede llegar a ser el elemento dominante y formar encinares puros, también se presentan en zonas con climas xéricos siendo su hábito de crecimiento usualmente arbustivo, formando matorrales densos (Encina *et al.*, 2002).

La flora de encinos en Coahuila está compuesta por 31 taxa, de los cuales 20 especies, incluyendo tres variedades, son encinos blancos (sección *Quercus*) y 10 especies son encinos rojos (sección *Lobatae*). Los encinos con más amplia distribución en el estado son *Quercus pringlei*, *Q. intricata*, *Q. laceyi*, *Q. invaginata*

y *Q. gravesii*. La más alta diversidad de especies se presenta en el bosque de encino, en el bosque de pino-encino y matorral submontano. En general, las especies se distribuyen en un intervalo altitudinal entre 1,500 a 2,700 m (Encina y Villarreal, 2002).

Clasificación taxonómica

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Fagales
Familia: Fagaceae
Género: ***Quercus***

Descripción morfológica

Árboles o arbustos; yemas terminales; estípulas asociadas a las yemas tubuladas o linguadas, prontamente caedizas o algunas veces persistentes; hojas alternas generalmente pecioladas; plantas monoicas; flores masculinas en amentos alargados frágiles; cáliz con cinco lóbulos fusionados en un perianto en forma de cúpula, incluyendo de cinco a diez estambres libres con anteras cortas y delgadas filamentosas; flores femeninas en un amento reducido con un raquis leñoso duro, que puede ser corto o largo, con una o varias flores; cáliz de seis lóbulos adheridos a la base de los estilos y fusionados dentro de un tubo; pistilo de tres carpelos en un simple ovario trilobular; cada lóbulo contiene dos óvulos y tres estilos libres, los cuales están marcados centralmente cerca del ápice dilatado, fruto unilocular, una semilla y los cinco óvulos restantes abortados y adheridos a la semilla desarrollada; semilla envuelta en una cáscara formando una bellota o nuez, incluida parcialmente en su base por la cúpula cubierta de escamas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del Área de Trabajo

El área de estudio se ubica en el municipio de Arteaga en los ejidos de: Jamé y Los Lirios, en la porción sureste del estado de Coahuila. La región está delimitada por los paralelos 25' 09' y 25' 16' de latitud norte y los meridianos 100'20' y 100' 35' de longitud oeste. Se ubican en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, en la subprovincia de la Sierra Plegada que comprende las sierras de Arteaga y Zapalinamé. El macizo incluye valles, planicies y montañas. La orientación de los pliegues transversales es de este a oeste.

La Sierra de Arteaga presenta una altitud máxima de 3600 msnm y mínima de 2300 msnm. La geología superficial de la sierra la constituyen rocas de origen sedimentario siendo las limolitas de mayor importancia y distribución; en menor porcentaje se encuentran las lutitas, calizas y areniscas en suelos tipo aluvion. Los suelos predominantes son litosoles, rendzinas y castañozem cálcicos, con texturas de medias a finas y fase física petrocalcálica.

El clima corresponde a las formulas climáticas CB Si y C (Wi") de acuerdo a los registros de las estaciones de Arteaga y San Antonio de las Alazanas, Coahuila, respectivamente, y con base a la clasificación de Koppen. La temperatura media es de 13' C. La precipitación media es de 523.8 mm, con régimen de lluvias de verano (mayo a junio).

Las vegetaciones predominantes en la zona son: el bosque de pino-encino constituido por diferentes especies de pinos y encinos en proporciones variables y el chaparral constituido por agrupaciones densas de encinos de porte arbustivo.

El trabajo de identificación y análisis de datos se realizó en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", situada en los paralelos 25° 22' latitud norte y 101° 00' longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich, y una altitud de 1742 msnm.

Diseño y Sitios de Muestreo

Se hicieron muestreos independientes para cada uno de los 2 cañones de la sierra de Arteaga, Jamé y Los Lirios. Para el estudio, con la ayuda de fotografías aéreas, en cada cañón, se ubicaron tres rodales de áreas diferentes, distribuidos uno al este, otro al centro y el último al oeste. Dentro de cada rodal se establecieron 6 sitios, equivalentes a 0.3 ha, su establecimiento en campo se realizó de forma dirigida considerando la vegetación susceptible, se ubicaron a distancias mínimas de 100 m, en ambas laderas del cañón. Cada sitio constó de parcelas rectangulares con un área de 500 m², en los cuales de cada árbol se observó: género del hospedero, presencia de muérdago (incidencia), especie de muérdago, grado de infestación (severidad) y observaciones. Durante el levantamiento de datos, se recolectaron muestras botánicas de todos los especímenes diferentes encontrados, tanto del muérdago como de sus hospederos. Se registraron datos de tipo de vegetación, altitud y ubicación geográfica para cada sitio.

Identificación de Muérdagos

El material vegetativo que se utilizó para la identificación de los muérdagos fue recolectado en los diferentes cañones de la sierra de Arteaga. De cada ejemplar diferente, se tomaron cuatro muestras, que se sometieron al proceso de herborización, montaje y etiquetado. De este material vegetativo se observaron características de hojas, tallos, inflorescencia y fruto para identificarlos a nivel género, por medio de claves taxonómicas, además se tomó en cuenta el tipo de hospedero. La identificación a nivel especie se realizó por un botánico experto, para esto, se acudió al herbario de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (ANSM) con el botánico especialista Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla, quien realizó la determinación.

Incidencia

Para obtener la incidencia se tomaron los datos referentes a la presencia del muérdago de cada sitio, con los cuales se calculó el porcentaje afectado de los árboles en ese punto, para luego calcular la incidencia en cada rodal. Para el cálculo de la incidencia, se obtuvo mediante la suma de árboles infectados por 100, sobre el total de árboles observados.

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{No. de árboles infectados} \times 100}{\text{Total de árboles observados}}$$

Severidad

La estimación de la severidad individual de los árboles infectados, se hizo mediante el sistema de evaluación de 4 clases recomendada en el Manual de Tratamientos Fitosanitarios elaborado por la CONAFOR, que se describe a continuación: delimitar en forma precisa la copa del árbol y considerar el volumen de esta como el 100 %; posteriormente, se cuenta el número y distribución de los muérdagos en la copa y se le da un valor numérico, de acuerdo al volumen que ocupa en la misma (Figura 3). Este valor puede variar de 0 % (sano) hasta más del 90 %, y de acuerdo a éste, se asigna el nivel de grado de infección (Cuadro 2). Es necesario agrupar mentalmente a todos los muérdagos en una sola área y después darle el valor que le corresponde.

Cuadro 2. Volumen infectado de la copa, en el sistema de 4 clases y grados de infección.

Grado de infección	Daño	% volumen infectado de la copa
0	Sano	0
1	Leve	1-30
2	Medio	31-60
3	Fuerte	61-90

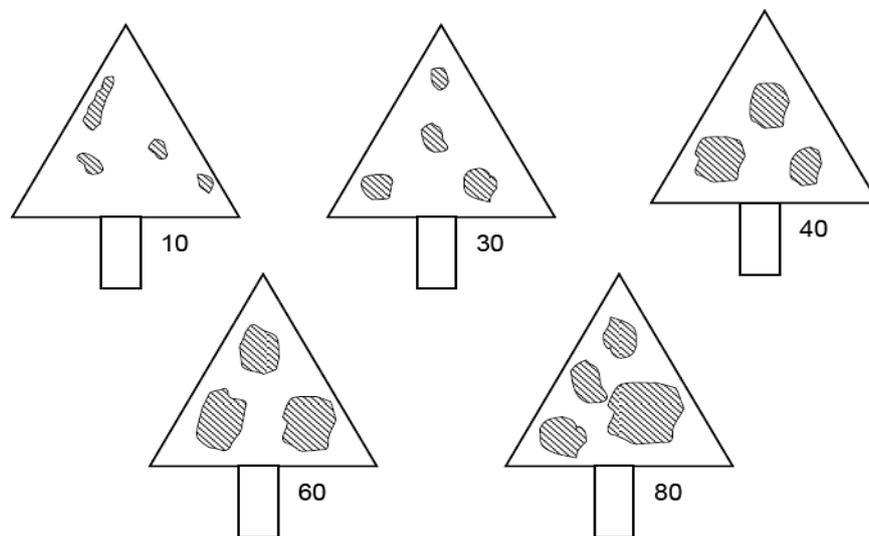


Figura 3. Representación esquemática de varios porcentajes de infección, el área sombreada simboliza el ataque del muérdago verdadero.

Análisis Estadístico

Para determinar la influencia del rodal sobre la incidencia de las especies y la relevancia de las especies en cada área, se utilizó un arreglo factorial $A \times B$ en un diseño completamente al azar, con análisis mediante la prueba estadística de comparación de medias de DMS, y el programa estadístico de UANL. Para determinar la influencia del rodal sobre la severidad presentada por cada especie, y determinar que especie presenta mayor severidad sobre sus hospederos, se utilizó un análisis estadístico no paramétrico mediante un análisis por rangos, en un diseño completamente al azar con arreglo factorial $A \times B$ usando una extensión de la prueba Kruskal y Wallis, y comparación múltiple entre medias de rangos, de forma independiente para cada factor (Fleiss, 1973 y Brunner, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de Especies de *Phoradendron* y sus Hospederos

Los muérdagos encontrados en el área de estudio, se ubican en el género *Phoradendron*, se determinó la presencia de 4 especies: *Phoradendron densum* Torr (1916), *Phoradendron tomentosum* (DC.) Engelm. (1849), *Phoradendron lanceolatum* Engelm. (1849) y *Phoradendron hawksworthii* Wiens (1979). De estas especies, en el cañón de Los lirios se encontraron las cuatro especies y en el cañón de Jamé se encontraron sólo las especies *P. densum*, , *P. hawksworthii* y *P. tomentosum*. Para la especie *P. densum* se determinaron 3 hospederos, *P. tomentosum* se encontró en 3 hospederos y *P. lanceolatum* se encontró sobre 3 hospederos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Hospederos de las especies de Muérdago *Phoradendron*.

Espece de muérdago	hospederos
<i>Phoradendron densum</i> Torr (<i>P. pauciflorum</i> Torr., <i>P. saltillense</i> Trel., <i>P. bolleanum</i> (Seem.) Eichl.)	<i>Juniperus saltillensis</i> M. T. Hall <i>Juniperus erythrocarpa</i> Cory <i>Juniperus flaccida</i> Schlecht
<i>Phoradendron hawksworthii</i> Wiens	<i>Cupressus benthamii</i> Endl
<i>Phoradendron tomentosum</i> (DC.) Engelm. (<i>P. tomentosum</i> DC. ssp. <i>tomentosum</i> , <i>P. greggii</i> Trel.)	<i>Quercus striatula</i> Trel. <i>Quercus saltillensis</i> Trel. <i>Quercus greggii</i> (DC.) Trel.
<i>Phoradendron lanceolatum</i> Engelm.	<i>Quercus striatula</i> Trel. <i>Quercus saltillensis</i> Trel. <i>Quercus greggii</i> (DC.) Trel



Figura 4. *Phoradendron densum*
Torr. (1916)



Figura 5. *Phoradendron hawksworthii*
Wiens. (1979)



Figura 6. *Phoradendron tomentosum*
(DC.) Engelm. (1849)



Figura 7. *Phoradendron lanceolatum*
Engelm. (1849)

Incidencia y Severidad por Especie de Muérdago en el Cañón Los Lirios

En Los Lirios, las especies encontradas, presentaron diferencias altamente significativas en cuanto a la incidencia en todo el cañón. Como se observa en el Cuadro 4, la especie *P. tomentosum* presentó una incidencia promedio de 24.94%, superior a las especies *P. densum* y *P. lanceolatum*, que tuvieron incidencias inferiores al 14%. La especie *P. densum*, aunque presentó alta incidencia, esto sólo fue en la zona oeste del cañón.

Cuadro 4. Comparación múltiple entre medias de especies en el Cañón de Los Lirios, en la variable de respuesta incidencia, con un 99% de confianza.

Especie	Incidencia
<i>Phoradendron tomentosum</i>	24.9450 A
<i>Phoradendron densum</i>	13.5372 B
<i>Phoradendron lanceolatum</i>	5.6017 B

Respecto a la severidad dentro del cañón, *P. tomentosum* presentó una severidad de 1.0333, superior a la severidad presentada por *P. densum* y *P. lanceolatum*, que presentaron severidades de 0.5628 y 0.5544 respectivamente (Cuadro 5). Por lo que se puede considerar a *P. tomentosum*, como un muérdago más agresivo ante sus hospederos.

Cuadro 5. Comparación múltiple entre medias de rangos de especies en el Cañón de Los Lirios, en la variable de respuesta severidad, con un 99% de confianza.

Especie	Severidad
<i>Phoradendron tomentosum</i>	1.0333 A
<i>Phoradendron densum</i>	0.5628 B
<i>Phoradendron lanceolatum</i>	0.5544 B

Incidencia y severidad de rodales en especies

Incidencia

P. densum presentó mayor incidencia en el rodal 1 ubicado al extremo oeste del cañón, con 40.36 %, en comparación con los otros dos rodales, en los que la presencia de la especie fue mínima, siendo en el rodal 2 nula y en el tres, sólo un árbol infectado equivalente al 0.25 % (Cuadro 6). Esto se debe posiblemente a la distribución de sus hospederos, ya que, en el rodal 1 hubo mayor presencia de árboles del género *Juniperus* que es su principal hospedero, en cambio, en los rodales 2 y 3 el bosque era principalmente de pino y encino.

P. tomentosum presentó una mayor incidencia en los rodales 2 y 3, superior que en el rodal 1, en el que la incidencia fue nula, como se observa en el Cuadro 6. La presencia de esta especie, por tanto, es mayor en el área centro de Los Lirios, con 43.83 %, y en el área este con un 31.00 %, donde la vegetación es tipo chaparral y bosques de pino-encino.

La especie *P. lanceolatum* presentó nula incidencia en el rodal 1, siendo éste mejor que el rodal 3 y por último el rodal 2. En el rodal 2, ubicado en el área centro del cañón, se presentó la mayor incidencia de esta especie con un 15.50 %, al igual que en el caso de *P. tomentosum*. En el rodal 3, la incidencia de la especie fue baja, pero mayor a la del rodal 1, como se observa en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Comparación múltiple entre medias de rodales dentro de especies, en la variable de respuesta incidencia, en el Cañón de Los Lirios, con un 99% de confianza.

Incidencia			
Rodal	<i>P. densum</i>	<i>P. tomentosum</i>	<i>P. lanceolatum</i>
1	40.3600 A	0.0000 B	0.0000 B
2	0.0000 B	43.8300 A	15.5083 A
3	0.2517 B	31.0050 A	1.2967 AB

Severidad

P. densum presentó severidad mayor en el rodal 1 de forma altamente significativa, con un 1.52 en la escala, en comparación con el rodal 2, en el que por no haber incidencia la severidad es nula, y del rodal 3, que al tener una incidencia baja, la severidad fue de 0.16 (Cuadro 7), ya que los mayores niveles de severidad se presentan en áreas donde la incidencia es alta y los árboles hospederos pertenecen al dosel más alto, caso que no se presenta en los rodales 2 y 3, pero si en el rodal 1.

En *P. tomentosum*, la severidad fue mayor en los rodales 2 y 3 con 1.81 y 1.28 respectivamente, pero significativamente superior a la encontrada en el rodal 1, en el que no se registró daño. Lo anterior se debe a la presencia de los hospederos como vegetación dominante en los rodales 2 y 3.

En *P. lanceolatum*, la severidad fue estadísticamente igual en los 3 rodales, aunque se puede observar en los datos de medias del Cuadro 7, que en los rodales 2 y 3 esta variable fue mayor a la registrada en el rodal 1, en el que la severidad fue 0.

Cuadro 7. Comparación múltiple entre medias de rangos de rodales en especies, en la variable de respuesta severidad, en el Cañón de Los Lirios, con un 99% de confianza.

Severidad			
Rodal	<i>P. densum</i>	<i>P. tomentosum</i>	<i>P. lanceolatum</i>
1	1.5217 A	0.0000 B	0.0000 A
2	0.0000 B	1.8117 A	0.9967 A
3	0.1667 B	1.2883 A	0.6667 A

Incidencia y severidad de especies en rodales

Incidencia

En el rodal 1 ubicado al oeste del cañón, la incidencia de *P. densum* fue 40.36%, absolutamente superior a *P. tomentosum* y *P. lanceolatum* que presentaron incidencia nula (Cuadro 8), esto se debe a que la vegetación dominante en esta área es el género *Juniperus*, el principal hospedero de *P. densum*.

En el rodal 2 ubicado en la parte centro del cañón, en contraste con el rodal 1, *P. densum* presentó incidencia de 0 %, significativamente inferior a *P. lanceolatum* con una incidencia de 15.50 %; y la especie *P. tomentosum* fue superior a las otras especies, infectando al 43.83% de los árboles (Cuadro 8). Aunque en esta área se encuentran los hospederos de las últimas 2 especies, se observó a *P. lanceolatum* mayormente en partes sombreadas de las copas y *P. tomentosum* en las partes expuestas a la luz y al consumo de frutos por las aves.

El rodal 3, al igual que el rodal 2, presentó una mayor incidencia de 31.00 % por parte de *P. tomentosum*, muy superior a las incidencias de *P. densum* y *P. lanceolatum* en las que los porcentajes de infección fueron inferiores al 2 %, como se observa en el Cuadro 8. La incidencia tan baja de *P. densum* se debe a la baja población de especies de *Juniperus* y *Cupressus* en esta área.

Cuadro 8. Comparación múltiple entre medias de especies en rodales, en la variable de respuesta incidencia, en el Cañón de Los Lirios, con un 99% de confianza.

Incidencia			
Especie	Rodal 1	Rodal 2	Rodal 3
<i>Phoradendron densum</i>	40.3600 A	0.0000 C	0.2517 B
<i>Phoradendron tomentosum</i>	0.0000 B	43.8300 A	31.0050 A
<i>Phoradendron lanceolatum</i>	0.0000 B	15.5083 B	1.2967 B

Severidad

En el rodal 1, *P.densum* fue la especie con mayor severidad, con 1.5 en la escala, en comparación con las otras dos especies, en los que el grado de infección fue de 0 (Cuadro 9).

En el rodal 2, en contraste con el rodal 1, *P. densum* presentó la menor severidad, después *P. lanceolatum* y por último *P. tomentosum* que tuvo el mayor grado de infección con 1.81, muy por arriba de las otras dos especies. En esta área, se presenta el mayor grado de severidad y la especie más agresiva en el parasitismo.

En el rodal 3, *P. densum* y *P. lanceolatum* fueron quienes presentaron la menor severidad, en comparación con *P. tomentosum*, que fue significativamente superior con un 1.28 en la escala, como se observa en el Cuadro 9. En el área este, el principal problema por muérdago es *P. tomentosum*, ya que las otras especies registraron niveles de severidad bajos, como *P. densum* que presentó una infección incipiente.

Cuadro 9. Comparación múltiple entre medias de rangos de especies en rodales, en la variable de respuesta severidad, en el Cañón de Los Lirios, con un 99% de confianza.

Severidad			
Especie	Rodal 1	Rodal2	Rodal 3
<i>Phoradendron densum</i>	1.5217 A	0.0000 B	0.1667 B
<i>Phoradendron tomentosum</i>	0.0000 B	1.8117 A	1.2883 A
<i>Phoradendron lanceolatum</i>	0.0000 B	0.9967 AB	0.6667 B

Incidencia y Severidad por Especie de Muérdago en el Cañón Jamé

La incidencia en Jamé, fue significativamente mayor por parte de *P. tomentosum*, que tuvo una media en todo el cañón de 32.04%, siendo casi el doble que *P. densum* con 17.66 %, y por último *P. lanceolatum*, que no se encontró en dicho cañón teniendo una incidencia de 0 % (Cuadro 10). *P. tomentosum* se encontró en los rodales 2 y 3 que se ubican en el área centro y este del cañón, en cambio, en el área oeste representada por el rodal 1, la especie con mayor presencia fue *P. densum*. Esto coincide con la distribución de las especies en el cañón de Los Lirios.

Cuadro 10. Comparación múltiple entre medias de especies en el Cañón de Jamé, en la variable de respuesta incidencia, con un 99% de confianza.

Especie	Incidencia
<i>Phoradendron tomentosum</i>	32.0461 A
<i>Phoradendron densum</i>	17.6622 B
<i>Phoradendron lanceolatum</i>	0.0000 C

En cuanto a la severidad, ésta fue superior en *P. tomentosum*, en quien la media de todo el cañón fue el doble que *P. densum*, como se puede ver en el Cuadro 11; y por último, la especie con la menor severidad fue *P. 3*, con 0.

Cuadro 11. Comparación múltiple entre medias de rangos de especies en el Cañón de Jamé, en la variable de respuesta severidad, con un 99% de confianza.

Especie	Severidad
<i>Phoradendron tomentosum</i>	1.0300 A
<i>Phoradendron densum</i>	0.5017 B
<i>Phoradendron lanceolatum</i>	0.0000 C

Incidencia y severidad de rodales en especies

Incidencia

Las especies presentes en Jamé fueron *P. densum* y *P. tomentosum*, la especie *P. lanceolatum* no fue encontrada en este cañón.

En *P. densum*, el rodal 1 presentó una incidencia significativamente mayor, alcanzando un 48.64 % de árboles afectados, en comparación con los rodales 2 y 3 en los que la presencia de la especie fue baja, siendo en el rodal 2 de 4.34 % y en el rodal 3 nula (Cuadro 12). Lo anterior se debe a que en el oeste de cañón, donde se registró mayor incidencia de la especie, el hospedero principal de la especie forma parte importante de la vegetación de pino-cedro. En cambio, en los rodales 2 y 3 en que la incidencia fue baja, el tipo de vegetación es de bosque de encino, pino-encino y chaparral.

En *P. tomentosum*, se encontraron incidencias similares en los rodales 2 y 3, por arriba del 45 % como se advierte en el Cuadro 12, y fueron significativamente mayores al rodal 1 donde la presencia de esta especie fue nula. Por lo anterior se observa, que esta especie se encuentra distribuida en las áreas centro y este del cañón, con porcentajes de incidencia similares; esto coincide que la distribución de la incidencia en el cañón de Los Lirios, en el que los rodales ubicados en dichas áreas fueron de mayor incidencia.

Cuadro 12. Comparación múltiple entre medias de rodales en especies, en la variable de respuesta incidencia, en el Cañón de Jamé, con un 99% de confianza.

Incidencia			
Rodal	<i>P. densum</i>	<i>P. tomentosum</i>	<i>P. lanceolatum</i>
1	48.6400 A	0.0000 B	0.0000 A
2	4.3467 B	49.5233 A	0.0000 A
3	0.0000 B	46.6150 A	0.0000 A

Severidad

En *P. densum*, el rodal 1 presentó un grado de severidad de 1.33, significativamente mayor a los rodales 2 y 3, en los que los grados de infección fueron de 0.16 y 0 respectivamente (Cuadro 13). Las condiciones para la presencia de infecciones de la especie fueron más propicias en el rodal 1 ubicado en la parte oeste del cañón, ya que sus hospederos forman parte de las especies dominantes de la vegetación y los árboles están expuestos a la visita de las aves.

P. tomentosum obtuvo grados de severidad similares en los rodales 2 y 3, cercanos al 1.5, como se observa en el Cuadro 13, y significativamente mayores al rodal 1, donde no se presentó severidad. La severidad en los rodales 2 y 3 fue alta debido a que gran parte de la vegetación son árboles viejos del hospedero, como lo menciona Hreha y Weber citados por Geils *et al.* (2002), y generalmente la severidad en ellos es mayor.

Cuadro 13. Comparación múltiple entre medias de rangos de rodales en especies, en la variable de respuesta severidad, en el Cañón de Jamé, con un 99% de confianza.

Severidad			
Rodal	<i>P. densum</i>	<i>P. tomentosum</i>	<i>P. lanceolatum</i>
1	1.3383 A	0.0000 B	0.0000 A
2	0.1667 B	1.6433 A	0.0000 A
3	0.0000 B	1.4467 A	0.0000 A

Incidencia y severidad de especies en rodales

Incidencia

En el rodal 1, *P. densum* fue el de mayor incidencia, con un 48.64 %, absolutamente superior a *P. tomentosum* y *P. lanceolatum*, cuya presencia fue nula (Cuadro 14). Esto se explica por la presencia de hospederos de *P. densum* y la baja presencia de hospederos de las otras 2 especies.

En el rodal 2, la especie de mayor incidencia fue *P. tomentosum*, con un porcentaje de infección de 49.52, significativamente diferente y superior a *P. densum* y *P. lanceolatum*, siendo la incidencia en uno de 4.34 % y en el otro, nula. En este rodal, la vegetación principal fue bosque de encino, pino-encino y chaparral, lo que hace que el hospedero sea abundante para *P. tomentosum*. De igual forma, en el rodal 3, *P. tomentosum* presentó mayor incidencia en comparación con las demás especies.

Cuadro 14. Comparación múltiple entre medias de especies en rodales, en la variable de respuesta incidencia, en el Cañón de Jamé, con un 99% de confianza.

Incidencia			
Especie	Rodal 1	Rodal 2	Rodal 3
<i>Phoradendron densum</i>	48.6400 A	4.3467 B	0.0000 B
<i>Phoradendron tomentosum</i>	0.0000 B	49.5233 A	46.6150 A
<i>Phoradendron lanceolatum</i>	0.0000 B	0.0000 B	0.0000 B

Severidad

En el rodal 1, *P. densum* presentó la mayor severidad, por encima de *P. tomentosum* y *P. lanceolatum*. Por lo contrario, en los rodales 2 y 3 *P. tomentosum* fue quien obtuvo el mayor grado de infección con 1.64 en el rodal 2 y 1.44 en el rodal 3. En ambos casos, la diferencia con las otras dos especies es altamente significativa, siendo en estas cercanas a 0, como se puede ver en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Comparación múltiple entre medias de rangos de especies en rodales, en la variable de respuesta severidad, en el Cañón de Jamé, con un 99% de confianza.

Especie	Severidad		
	Rodal 1	Rodal 2	Rodal 3
<i>Phoradendron densum</i>	1.3383 A	0.1667 B	0.0000 B
<i>Phoradendron tomentosum</i>	0.0000 B	1.6433 A	1.4467 A
<i>Phoradendron lanceolatum</i>	0.0000 B	0.0000 B	0.0000 B

CONCLUSIONES

Una vez aplicada la metodología de recolección de datos, procesados los mismos y obtenido la información que de ello se generó, conjuntamente con los respectivos análisis, se obtuvieron resultados que permiten presentar las siguientes de conclusiones:

Las especies identificadas en los cañones Los Lirios y Jamé fueron *Phoradendron densum* Torr, *Phoradendron tomentosum* (DC.) Engelm., *Phoradendron lanceolatum* Engelm. y *Phoradendron hawksworthii* Wiens. Los hospederos de *P. densum* encontrados son *Juniperus saltillensis* M. T. Hall, *Juniperus erythrocarpa* Cory y *Juniperus flaccida* Schlecht. Los hospederos encontrados de *P. tomentosum* y *P. lanceolatum* son *Quercus striatula* Trel, *Quercus saltillensis* Trel. y *Quercus greggii* (DC.) Trel.. *P. hawksworthii* se encontró sobre *Cupressus benthamii* Endl. La identificación de algunas especies de muérdagos puede ser algo confusa, debido a la similitud encontrada en especies como *P. densum* y *P. hawksworthii*, dada esta situación, se deben considerar estos aspectos para reconocer de forma correcta las diversas especies.

En lo referente a la incidencia que se presenta en las diferentes especies de *Phoradendron* en ambos cañones, objetivo de la presente investigación, se ha podido determinar que: la especie de mayor incidencia, tanto en Jamé como en Los Lirios, es *P. tomentosum*, con mayor presencia en las áreas este y centro de los cañones en las que los encinos son parte importante del bosque; en cambio, *P. densum* presenta un porcentaje de afectación menor, encontrándose mayormente en el área oeste de los cañones; y *P. lanceolatum* mantuvo incidencias bajas, ubicándose principalmente en áreas con vegetación densa, solo en la parte este y centro de Los Lirios. Con los resultados obtenidos se puede concluir que, esta variable depende principalmente de la ubicación del área, y de la presencia de vegetación susceptible. Además, los disturbios en las áreas boscosas influyen el grado de presencia de la enfermedad, dado que, lugares deforestados con presencia de claros y la regeneración propia del

bosque, propician las condiciones para que se establezca el muérdago, como se menciona en la revisión de literatura.

Considerando los resultados, la severidad en las especies *P. tomentosum* y *P. lanceolatum*, es mayor en las áreas este y centro, y *P. densum* en el área oeste de ambos cañones. Por lo anterior, se concluye que la incidencia, al igual que la severidad, es una variable que se ve afectada por condiciones de disturbio, predominancia de los hospederos dentro del bosque y la ubicación a lo largo de los cañones. También se considera una relación directa entre el porcentaje de incidencia y el grado de severidad presentado, pues como se mencionó en el apartado de revisión, las áreas con severidad alta, propician una mayor dispersión y la infección de muchos de los árboles cercanos.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 2005. Plant pathology. Elsevier Academic Press. 5° ed. San Diego, CA. USA. Pp 921.
- Brands, S.J. (comp.) 1989-2007. Systema naturae 2000. The Taxonomicon. Universal taxonomic services, amsterdam, The Netherlands. 11:15 am., 27 de febrero, 2010.
http://zipcodezoo.com/Plants/P/Phoradendron_lanceolatum.asp#top
- Brunner, E., Domhof, S., Langer F. 2002. Nonparametric analysis of longitudinal data in factorial experiments. John Wiley & Sons. New York, EUA. Pp. 288.
- Encina D. J.A., Lupercio A. Z., Castellón E. E., Reyna J. V., I Villarreal J. Á. 2009. Composición y aspectos estructurales de los bosques de encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Acta Botánica Mexicana, número 086. Instituto de Ecología A.C. Pátzcuaro, México. Pp. 71-108.
- Fleiss J. L. 1973. Statistical methods for rates and proportions. J. Wiley. New York.
- Geils, B. W., Tovar, J., and B. Moody, tech. coords. 2002. Mistletoes of North American conifers. Gen. Tech. Rep. RMRS–GTR–98. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. EUA. 123 p.
- Geils, B. W., Vázquez C I.. 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. EUA. Pp 1-8.

- Geils, B. W., Wiens D., Hawksworth F. G. 2002. *Phoradendron* in Mexico and the United States. Mistletoes of North American conifers. Gen. Tech. Rep. RMRS–GTR–98. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. EUA. Pp 19-28.
- Hawksworth, F, G. 1980. Los Muérdagos enanos (*Arceuthobium*) y su importancia en la selvicultura de México. Memoria 1 simposio Nacional sobre Parasitología Forestal, Uruapan, Mich. Ed. Sec. Mex. De Entomología.
- Hollinger, D. Y. 1983. Photosynthesis and water relations of the mistletoe, *Phoradendron villosum*, and its host, the California valley oak, *Quercus lobata*. *Oecologia* . Springer-Verlag 198,3 60:396M00. P 1.
- Kuijt, J. 2003. Monograph of *Phoradendron* (Viscaceae). System. Bot. Monografia. 66:1-643.
- . CONAFOR. 2005. Manual de Tratamientos Fitosanitarios. 10:30 am, 27 de febrero, 2010.
www.camafu.org.mx/.../sanidad-forestal-manual-de-tratamiento-fitosanitario-conafor.html -
- Mathiasen R. L., Nickrent, D. L., Shaw, D. C., Watson, D. M. 2008. Mistletoes, pathology, systematics, ecology and management. *Plant Disease*. The American Phytopathological Society. Vol. 92 No. 7. 20 p.
- Nickrent, D.L. and Musselman, L.J. 2004. Introduction to Parasitic Flowering Plants. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2004-0330-01
- Pinto, M. M. 2005. Studies of the population ecology of the mistletoe *Phoradendron anceps* (Viscaceae) and its host *Pisonia albida* (Nyctaginaceae) in the Guánica Forest Reserve, Puerto Rico. Tesis de maestría. University of Puerto Rico, Mayagüez Campus. Mayagüez, Puerto Rico. P 3.

Sanidad forestal, 2003. Informe Nacional para la Tercera Sesión del Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques, México. 12:15 am, 27 de febrero, 2010.

http://www.un.org/esa/forests/pdf/national_reports/unff3/mexico.pdf

Shah, D. A. y Madden L. V. 2004. Nonparametric analysis of ordinal data in designed factorial experiments. *Phytopathology*. Vol 94. Pp 31-41.

Scharpf R.F. y Hawksworth F.G. 1974. Mistletoes on hardwoods in the United States. : Rocky Mt. Forest and Range Experimental Station, Ft. Collins, Colorado; Forest Pest Leaflet 147. U.S. Government Printing Office: 1974 O-547-468. 7 p.

SEMARNAT, CONAFOR. 2009. Superficie forestal afectada por plagas y enfermedades forestales (hectáreas). 11:20 am, 27 de febrero, 2010.

http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RF_ORESTA06_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

Verduzco G. J. 1976. Protección Forestal. Patena. Chapingo, Mex. Pp 135-140.

Villarreal, J. Á. 2001. Listados florísticos de México. XXIII Flora de Coahuila. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 137 p.

Young, D., Olsen, M. W. 2003. True Mistletoes. The University of Arizona Cooperative Extension. Publication AZ1308. Pp 3.

Zamora, N. 2006. Santalaceae (incl.Viscaceae). Flora Digital de la Selva. Organización para Estudios Tropicales. 5 p.

Zavaleta, Y., 2008. Identificación, incidencia y severidad del muérdago en el Cañón de los Lirios de la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. Pp 51.

APÉNDICES

Cuadro 16. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo en Los Lirios y Jamé.

Localidad	Rodal	Sitio	Latitud Norte	Longitud Oeste
Los Lirios	1 (oeste)	1	25°23'8.08"N	100°38'47.13"O
Los Lirios	1 (oeste)	2	25°23'17.68"N	100°39'2.54"O
Los Lirios	1 (oeste)	3	25°23'15.10"N	100°38'56.95"O
Los Lirios	1 (oeste)	4	25°23'11.22"N	100°38'52.53"O
Los Lirios	1 (oeste)	5	25°23'7.17"N	100°38'51.05"O
Los Lirios	1 (oeste)	6	25°23'6.05"N	100°38'44.15"O
Los Lirios	2 (centro)	1	25°23'6.77"N	100°33'15.70"O
Los Lirios	2 (centro)	2	25°23'27.29"N	100°32'55.00"O
Los Lirios	2 (centro)	3	25°23'7.45"N	100°33'4.07"O
Los Lirios	2 (centro)	4	25°23'15.05"N	100°33'24.65"O
Los Lirios	2 (centro)	5	25°23'20.30"N	100°32'40.22"O
Los Lirios	2 (centro)	6	25°23'37.38"N	100°33'11.52"O
Los Lirios	3 (este)	1	25°22'42.59"N	100°30'43.49"O
Los Lirios	3 (este)	2	25°22'31.80"N	100°29'59.68"O
Los Lirios	3 (este)	3	25°22'24.39"N	100°29'40.51"O
Los Lirios	3 (este)	4	25°22'26.80"N	100°29'49.46"O
Los Lirios	3 (este)	5	25°22'28.62"N	100°30'1.24"O
Los Lirios	3 (este)	6	25°22'37.53"N	100°30'28.17"O
Jamé	1 (oeste)	1	25°22'37.52"N	100°38'33.84"O
Jamé	1 (oeste)	2	25°22'36.53"N	100°38'38.40"O
Jamé	1 (oeste)	3	25°22'34.30"N	100°38'43.02"O
Jamé	1 (oeste)	4	25°22'30.73"N	100°38'26.73"O
Jamé	1 (oeste)	5	25°22'32.56"N	100°38'14.12"O
Jamé	1 (oeste)	6	25°22'33.68"N	100°38'21.51"O
Jamé	2 (centro)	1	25°22'4.30"N	100°36'31.06"O
Jamé	2 (centro)	2	25°21'25.85"N	100°35'50.82"O
Jamé	2 (centro)	3	25°21'17.04"N	100°35'40.09"O
Jamé	2 (centro)	4	25°21'31.44"N	100°36'15.82"O
Jamé	2 (centro)	5	25°21'20.51"N	100°35'53.34"O
Jamé	2 (centro)	6	25°21'7.45"N	100°35'35.00"O
Jamé	3 (este)	1	25°20'55.69"N	100°35'5.00"O
Jamé	3 (este)	2	25°20'48.43"N	100°34'52.78"O
Jamé	3 (este)	3	25°20'50.27"N	100°34'38.85"O
Jamé	3 (este)	4	25°20'43.66"N	100°34'29.65"O
Jamé	3 (este)	5	25°20'49.81"N	100°35'4.44"O
Jamé	3 (este)	6	25°20'43.59"N	100°34'34.24"O

Cuadro 17. Datos de incidencia por cada sitio de muestreo en Los Lirios y Jamé.

CAÑÓN	RODAL	ESPECIE	SITIO					
			1	2	3	4	5	6
LOS LIRIOS	1	1	32.32	40.00	53.76	35.37	40.36	40.36
		2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	20.51	22.22	16.67	68.18	66.67	68.75
		3	42.31	0.00	41.67	9.09	0.00	0.00
	3	1	0.00	0.00	1.52	0.00	0.00	0.00
		2	14.29	40.74	34.85	40.63	27.78	27.78
		3	3.57	1.45	0.00	0.00	0.00	2.78
JAMÉ	1	1	51.52	28.26	26.53	63.15	67.86	54.54
		2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	1	26.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	26.09	50.00	51.28	60.00	75.00	34.78
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	45.16	69.57	28.57	43.90	46.25	46.25
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 18. Datos de severidad por cada sitio de muestreo en Los Lirios y Jamé

CAÑÓN	RODAL	ESPECIE	SITIO					
			1	2	3	4	5	6
LOS LIRIOS	1	1	1.47	1.14	1.56	1.93	1.52	1.52
		2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	2.25	1.63	1.50	2.00	1.92	1.59
		3	1.94	0.00	1.80	2.25	0.00	0.00
	3	1	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
		2	1.25	1.27	1.26	1.15	1.20	1.60
		3	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00
JAMÉ	1	1	1.71	1.31	1.08	1.25	1.21	1.50
		2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	2.33	1.53	1.25	1.73	1.67	1.38
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	1.54	1.88	1.00	1.39	1.45	1.45

Cuadro 19. Análisis de varianza de incidencia por especie en Los Lirios con datos corregidos $\sqrt{n+3}$

FV	GL	SC	CM	F	P F
REPETICIONES	5	1.811279	0.362256	0.2624	0.930
FACTOR A	2	6.576904	3.288452	2.3817	0.104
FACTOR B	2	44.324524	22.162262	16.0511	0.000
INTERACCIÓN	4	182.213013	45.553253	32.9921	0.000
ERROR	40	55.22937	1.380734		
TOTAL	53	290.155090			

CV= 33.43%

Cuadro 20. Análisis de varianza de incidencia por especie en Jamé con datos corregidos $\sqrt{n+3}$.

FV	GL	SC	CM	F	P F
REPETICIONES	5	3.038635	0.607727	0.6894	0.637
FACTOR A	2	0.015747	0.007874	0.0089	0.992
FACTOR B	2	101.495911	50.747955	57.5661	0.000
INTERACCIÓN	4	204.184814	51.046204	57.9044	0.000
ERROR	40	35.262390	0.881560		
TOTAL	53	343.997498			

CV= 26.78%

Cuadro 21. Análisis por rangos (no paramétrico) de la severidad por especies en Los Lirios, con arreglo factorial AxB usando una extensión de la prueba de Kruskal y Wallis.

FV	GL	Hm	Significancia
ESP	2	5.35443322	
ESP LINEAL	1	1.5731388	
ESP (ERROR)	1	1	
RODAL	2	4.52671156	
INTERACCION	4	22.2915825	**
ESP(L)*RODAL	1	35.4681818	**
ESP(ERROR)*RODAL	1	4.52671156	*
TRATAMIENTOS	8	32.1727273	**

* = significativo al 5 % = (p < 0.05)

**= significativo al 1 % = (p < 0.01)

Cuadro 22. Análisis por rangos (no paramétrico) de la severidad por especies en Los Lirios, con arreglo factorial AxB usando una extensión de la prueba de Kruskal y Wallis,

FV	GL	Hm	Significancia
ESP	2	13.36161616	**
ESP LINEAL	1	8.905723906	**
ESP (ERROR)	1	1	
RODAL	2	0.274186308	
INTERACCION	4	22.09618406	**
ESP(L)*RODAL	1	20.03787879	**
ESP(ERROR)*RODAL	1	0.274186308	
TRATAMIENTOS	8	35.73198653	**

* = significativo al 5 % = ($p < 0.05$)

**= significativo al 1 % = ($p < 0.01$)