

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Necrosis del Muérdago (*Phoradendron densum* Torr) sobre Cedro
(*Cupressus arizónica* Greene) en Arteaga, Coahuila

Por:

JOSE EDUARDO SANTIAGO LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

Necrosis del Muérdago (*Phoradendron densum* Torr) sobre Cedro
(*Cupressus arizónica* Greene) en Arteaga, Coahuila

Por:

JOSE EDUARDO SANTIAGO LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada



M.C. Abiel Sánchez Arizpe
Asesor Principal



Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Coasesor



M.C. Epifanio Castro del Ángel
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Mayo, 2015

Agradecimientos

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por brindarme la oportunidad de terminar los estudios profesionales y así poder tener demanda en el Agro-mexicano.

Al **M.C. Abiel Sánchez Arizpe** por el gran apoyo y paciencia que me ha brindado para obtener este logro profesional, ya que gracias a su conocimiento y humildad se esmero por darme un espacio en sus días laborales y terminar de la mejor forma este proyecto.

A la **Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda** por su participación en este proyecto como miembro del Comité Asesor

Al **M.C. Epifanio Castro del Ángel** por su participación en este proyecto como miembro del Comité Asesor.

A todos los Profesores del Departamento de Parasitología por brindarme conocimiento y enseñanza por inculcarme lo bello que es el mundo de la parasitología.

A Mis Compañeros de generación por darme la oportunidad de conocerlos y de que me conocieran, por brindarme su amistad que es lo más valioso que pude encontrar en cada uno de ellos, por haber compartido todos estos años junto a ellos, Gracias de Todo Corazón.

Dedicatoria

A mis padres:

Constantino Eulogio Santiago Ávila Y María Lucrecia López Nicio

Por ser un ejemplo en mi vida, siempre me inculcaron “que no hay mejor hombre, que aquel que es servicial con otro”, me dieron los valores y las armas para enfrentar la vida de manera eficaz, de la misma manera siempre me dijeron que “un hombre estudiado es aquel que enseña a los demás y no aquel que se dice saber más que otros”. Por esto y por muchas cosas más, les digo de todo corazón Gracias Padres.

A mis Hermanos, Juan Guillermo, Félix Octavio, Jorge Heliodoro, Aurora Ester, Candido Gilberto, Catalina Esperanza, Luz Merced, Adrian Eulogio, Carmen Alejandra, Judith María y Teresa de Jesús. Por ser los mejores hermanos del mundo, por tener siempre su apoyo incondicional.

Al ING. Enrique López Bernal por darme las fuerzas de seguir adelante.

A la **Familia Palomo Reyes** por haberme apoyado en mis años de estudios dándome una amistad muy valiosa.

A toda y cada una de las personas que de una u otra manera me han ayudado, esmerado, apoyado para que culmine con mis estudios

INDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Antecedentes	3
Importancia económica y ecológica.....	5
Distribución	7
División de las plantas de acuerdo a su comportamiento	8
Descripción del muérdago	9
Descripción del género <i>Phoradendron</i>	10
Clasificación taxonómica	11
Biología.....	12
Fisiología de la infección.....	13
Polinización	14
Dispersión	14
Ciclo de vida del muérdago	15

Condición para el establecimiento del muérdago.....	17
Hospederos del muérdago	18
Fisiología hospedero-parásito.....	19
Ecología hospedero-parásito	19
Síntomas y daños causados por los muérdagos.....	20
Manejo del muérdago.....	22
Estrategias de control.....	22
Como plaga forestal	22
Control cultural	23
Control biológico.....	23
Control químico	24
Control legal.....	24
Especies reportadas para la Sierra de Arteaga	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
Localización geográfica del área experimental	26
Características del área experimental	27
Clima, vegetación, suelo	27
Diseño y sitio de muestreo	27
Incidencia	29
Severidad	29
Análisis estadístico	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
Análisis de Varianza	32
Prueba de DMS (Diferencia Mínima Significativa)	32

V. CONCLUSIONES	35
VI. LITERATURA CITADA	36
VII. APÉNDICES	42

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución de <i>Phoradendron densum</i> en Norte América	7
Figura 2. Germinación del muérdago.....	14
Figura 3. Sistema endofítico	16
Figura 4. Ciclo de vida del muérdago.....	17
Figura 5. Muestreo y lugar de la toma de datos en el Cañón de los Lirios en la sierra de Arteaga Coahuila.....	28
Figura 6. Representación esquemática de varios porcentajes de infección, el área sombreada simboliza el ataque del muérdago verdadero.....	30

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Superficie Forestal afectada por muérdago del año 2008 al 2010 en el estado de Coahuila, los datos ausentan de datos es porque el estado no reporto la información.....	5
Cuadro 2. Grado de infección y manejo tomando en cuenta el sistema de evaluación de 4 clases	22
Cuadro 3. Volumen infectado de la capa, en el sistema de 4 clases y grados de infección.....	29
Cuadro 4. Numero de muestras y repeticiones llevadas en campo	42
Cuadro 5. Hoja de toma de datos en campo	43

Resumen

La SEMARNAT(2005) reporta que en Coahuila existen 200 hectáreas afectadas por diferentes especies de muérdago, cantidad que para el siguiente año se multiplico por 10 y un poco mas subiendo a 2059 has, de estas existencias, del 40% al 100% pertenecen al género *Phoradendron sp.*(Zavaleta, 2008) que se encuentran en el Cañón de los Lirios de la Sierra de Arteaga, A demás en Saltillo ya se encuentra arboles de nogales con presencia de ataque de muérdagos, por lo que se realizo el siguiente estudio para investigar existencia de hongos que estén atacando a los muérdagos de manera bilógica. Por tal razón se llevaron a cabo observaciones en campo para medir un índice de incidencia y severidad por medio de un método de muestreo transepto lateral con 10 puntos de muestreo a una distancia de 20 mts cada uno.

Se tomaron muestras de 3 muérdagos por cada árbol que presentara un daño por necrosamiento de los cuales obtuvimos por medio de un análisis de varianza un coeficiente de variación del 20.72% el cual nos indica que las muestras tomadas son altamente significativas.

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

I. INTRODUCCIÓN

Los muérdagos son plantas generalmente arbustivas o subarbustivas pertenecientes al Orden Santalales, el cual se encuentra constituido por 13 familias (APG II, 2008). En este orden se encuentra la familia Santalaceae (que en la actualidad incluye a Viscaceae) representada por 151 géneros y 1985 especies, siendo *Phoradendron* uno de estos géneros (Simpson, 2006; Tropicos, 2011).

El género *Phoradendron* se distribuye desde Estados Unidos de Norteamérica hasta Sudamérica (Trelease, 1916) y está representado por especies hemiparásitas fotosintéticas con haustorios que atacan al xilema de la planta que hospedan para obtener agua y sales minerales, ya que son incapaces de obtenerla directamente del suelo (Simpson, 2006).

En México, el muérdago es considerado la plaga forestal con mayor extensión en nuestro país y el segundo agente de destrucción de los bosques después del escarabajo descortezador (Geils et al., 2002; Villa, 2003), debido a que los haustorios pueden causar deformación en la madera, reduciendo la vida y/o ocasionando la muerte del hospedero (Gutiérrez, 1986; López-de Buen et al., 2002). La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2006) sugiere que los ecosistemas forestales comprendidos en los estados de Aguascalientes, San Luis Potosí, Nuevo León y Coahuila, están siendo afectados por plantas hemiparásitas del género *Phoradendron* y epífitas de la familia Bromeliaceae, ocasionando daño severo e incluso la muerte del arbolado de miles de hectáreas.

OBJETIVOS

- Determinar el daño de necrosis hacia el muérdago
- Determinar la incidencia- severidad de muérdago que afecta a los arboles de *Cupressus arizónica* en el Cañón de los Lirios.

HIPOTESIS

- Se espera encontrar un índice de severidad mayor del 50% y una incidencia del 80%.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes

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, 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).

México es uno de los cinco países con mayor diversidad biológica en árboles forestales del mundo junto, con Brasil, Colombia e Indonesia. Además ocupa los primeros lugares en cuanto a diversidad biológica mundial. En cuanto a bosques de pino-encino. México es también uno de los más diversos ya que cuenta con 55 especies de pinos, 85% de los cuales son endémicos de México. Por esta razón la conservación y protección de la biodiversidad de estos ecosistemas es importante a nivel nacional (Villers *et al.* 1998).

Maloney y Rizzo (2002) determinaron un patrón espacial de muérdago (*Arceuthobium* spp.) asociado con dos coníferas hospederas distintas, *Abies concolor* y *Pinus jeffreyi*, en los bosques de Sierra Nevada, para esto realizaron estudios de incidencia y severidad utilizando el método de 6 clases

de Hawksworth. Encontraron mayor incidencia de muérdago en *Pinus jeffreyi*, la cual está correlacionada con la densidad del hospedero.

Se encuentran trabajos de epidemiología, biología y manejo del muérdago en Estados Unidos, como el realizado por Robinson y Gails (2006), quienes describieron un modelo conceptual y numérico que representa la epidemiología del muérdago en tres diferentes escalas. Primero, historia de vida, segundo, balística y finalmente contagio; así como el realizado por Mathiasen *et. al.* (2008), en el cual elaboraron una amplia y detallada descripción de la biología, ecología, sistemática y manejo del muérdago.

Existen serios problemas asociados a la conservación de los recursos genéticos forestales como lo son los incendios, deforestación y el ataque de plagas y enfermedades a las diferentes áreas de boscosas del país.

Actualmente, la superficie forestal afectada por diversas plagas y enfermedades (insectos descortezadores, defoliadores, etc.) es del orden de las 11,802 hectáreas, por plantas parásitas (muérdagos) se estima que asciende a 1.8 millones; se ha detectado principalmente en las áreas urbanas de 24 estados la presencia del psílido del eucalipto (insecto introducido de California E.U.A.), y existen 6,500 hectáreas afectadas por el declinamiento del encino principalmente en 4 estados del centro-occidente del país . Del total del recurso forestal afectado en el periodo en cuestión, 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 (CONAFOR, 2003).

Cuadro1: Superficie forestal afectada por muérdago del año 1990 al 2008 en el estado de Coahuila, los años de ausencia del dato es porque el estado no reportó información.

Año	1992	1994	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Superficie con Diagnostico (Ha)	165196	1515	4000	3200	7287	14999	17364	15000
Muérdago (Ha)	20	19	200	2059	94	1538	1780	3474

Fuente SEMARNAT, 2009.

Importancia económica y ecológica

En sociedades tradicionales y agrícolas los muérdagos proporcionan el forraje, tintes, y medicinas, también son usados para la decoración navideñas y modelos para nuevos productos farmacéuticos. Por ejemplo *Viscum album* es usado para tratar varias formas de cáncer. Otros compuestos principales extraídos de *Viscum* son las tioninas, llamado viscotoxinas (VT) que no sólo tiene efectos de inmunomodulador, sino que es también citotoxinas fuerte y estas se encuentran presentes en bayas de muérdago, y así plantean un riesgo de seguridad para los pequeños niños que pueden ingerirlos. La mayor parte de muérdagos, sin embargo, tienen amplias distribuciones, son en la zona abundantes, y considerablemente cambian el ambiente (Geils *et. al.* 2002).

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).

Sanidad Forestal (2003), en el Informe Nacional para la tercera Sesión del Foro de las Naciones Unidas sobre los bosques, 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).

Distribución

Olsen (2003), mencionó los reportes de *P. desum* en México y E.U.A. México: En la Sierra de San Pedro Mártir, en Baja California, Trelease (1916) informa de *P. desum* en el estado de Sonora y el Herbario de Patología Forestal de la ciudad de Fort Collins, Colorado, E.U.A. Cuenta en su colección especímenes colectados en Coahuila y Nuevo León.

E.U.A: Hawksworth y Scharpf (1980), mencionaron la presencia de *P. densum* en Oregón, California, Arizona, Nuevo México y Texas (Figura 1). En un rango de elevación es de 200 a 2,300 msnm.

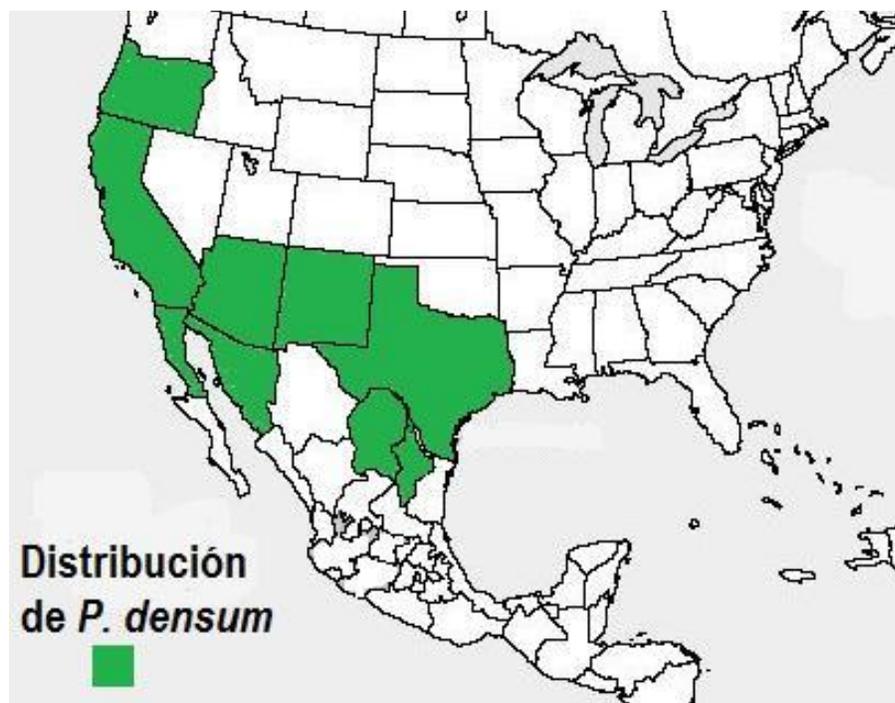


Figura 1. Distribución de *Phoradendron densum* en Norte América.

División de las Plantas de Acuerdo con su Comportamiento.

Verduzco (1976) divide a las plantas en dos grandes grupos:

- 1) Plantas autófitas, autótroficas o independientes.- Es decir todas las elaboran todos los materiales alimenticios que necesitan a partir de sustancias inorgánicas que son convertidas posteriormente en alimentos.
- 2) Plantas heterófitas, heterótroficas o independientes.- son aquellas cuya existencia está íntimamente ligada al desarrollo de otras formas orgánicas, ya que obtienen gran parte de sus nutrientes a partir de compuestos elaborados.

A su vez las plantas heterófitas pueden separarse en dos subgrupos:

- a) Plantas parásitas o sea aquellas que viven sobre todo o en alguna proporción de cualquier ser orgánico vivo, de cuya materia aseguran parte o la totalidad de sus materiales alimenticios, tal es el caso de los muérdagos verdaderos entre ellos *Phoradendron*.
- b) Plantas saprófitas es decir, aquellos organismos que procuran su nutrición a partir de materia orgánica muerta. Se suelen entender como parásito a todo depredador muy especializado, cuya acción expoliadora no causa la muerte del patrón u hospedante. Ahora bien, para que la extinción de un hospedador sea posible se requiere que el parásito cuente con hospedadores diversos e independientes; y esto lo podemos ver con los muérdagos (Rodríguez, 1991).

Una planta parásita es una angiosperma (la planta con flores) directamente adjunta a otra planta vía un haustorio. Un haustorio es una raíz modificada que forma un eslabón morfológico y fisiológico entre el parásito y el anfitrión. (Geils *et. al.*, 2002).

En México existe un gran desconocimiento con respecto a la biología fisiología y otros aspectos de los muérdagos, así como las medidas silvícolas para su control. A pesar de estar presentes en todos los estados de la Republica Mexicana y de ser considerados como el problema patológico más importante de los bosques de nuestro país, todavía no se cuenta con una evaluación detallada de la distribución, área total dañada y pérdidas ocasionadas por los miembros de las principales familias (Viscaceae y Lorentaceae) y sus géneros incluso de *Arceuthobium* (muérdago enano), que es el más abundante en nuestros bosques. La misma situación se presenta con los muérdagos verdaderos, cuya incidencia sobre el arbolado urbano es frecuente (Ruiz *et. al.*, 2007).

Descripción del Muérdago

El muérdago o injerto, pertenece a la familia lorantáceae, donde todos sus miembros, salvo algunas excepciones, son plantas parásitas que se fijan a los troncos y ramas de los árboles hospederos por medio de unas estructuras llamadas “haustorios”, formaciones que hacen las de raíz. Este sistema radicular interior se denomina endofílico y le sirve al muérdago para obtener agua y nutrientes de su hospedero, provocando así el debilitamiento de este. (Geils *et. al.*, 2002).

Clarke (1971), señala que los muérdagos pueden fabricar algunos carbohidratos, que tienen abundante clorofila que le permitan sintetizar sus propios hidratos de carbono, que no lo hacen regularmente debido a que tienen raíces especializadas que penetran en los tejidos vasculares de huésped de donde obtienen el agua y las sustancias minerales disueltas en ella.

La mayoría de las plantas son autótrofas y producen su propio carbono por medio de la fotosíntesis, sin embargo algunas plantas carecen de clorofila y parecen ser parasíticas. Se define como planta parásita a una angiosperma

(planta con flor) que directamente ataca a otra planta a través de un haustorio.

Un haustorio es una raíz modificada que forma una cadena morfológica y fisiológica entre el parásito y su huésped (Kuijt, 1969). Es necesario hacer una distinción entre los términos “parásito” y “patógeno”. Parásito literalmente significa “a lado de la comida,” del griego *para* (a lado) *sitos* (grano o comida).

Si una planta también induce los síntomas de una enfermedad en su huésped, entonces es un patógeno al igual que parásito. El termino general que se refiere a ambos, parásitos y micotróficos, que obtienen carbón de otras fuentes que su propia fotosíntesis son heterotróficos, que significa “alimentación diferente”.

Las frutas son producidas varios años después de la infección; plantas más viejas producen más frutas grandes. Los sistemas endofíticos son perennes, pero las plantas de todos los años son sujetas a la mortalidad por temperaturas baja, extremas (Geils *et. al.* 2002).

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 que varían desde blanco, verde, verde amarillento, anaranjado o rojo, mientras que las plantas masculinas 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.

Phoradendron densum Torr

Clasificación taxonómica

El género *Phoradendron* pertenece a la familia Viscaceae que son plantas hemiparásitas aéreas, con un sistema radicular endofítico (haustorios), colonizador de los tejidos vasculares del hospedero. Esta familia cuenta con tres géneros de muérdagos muy comunes: *Arceuthobium*, *Phoradendron* y *Viscum* (Brands, S.J. 1989).

Reino: Plantae

Phylum: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Santales

Familia: Viscaceae

Género: *Phoradendron*

Especie: *densum Torr*

McMinn (1939) nombró a esta especie *Phoradendron bolleanum* Seem y hasta la fecha varios autores siguen nombrándolo así.

Biología

P. densum es una planta que requieren un hospedero para poder desarrollarse, esta especie es muy específica y crecen sobre los géneros *Cupressus* (ciprés) y *Juniperus* (sabino). Es una planta hemiparásita es decir que elaboran su propio alimento mediante la fotosíntesis y únicamente requieren agua y elementos minerales de la planta hospedera (Hawksworth y Scharpf, 1980). Esta especie es llamada el muérdago del ciprés y es originaria del norte de México. Se encuentra en alturas que van desde los 1,050-1,800 msnm.

Características Morfológicas de *Phoradendron densum*

Geils *et al.* (2002) describe a *P. densum* como una planta siempre de aspecto verde de 10 a 40 cm de altura (figura 2).

Hoja

Presenta hojas lanceoladas a oblongas, sésiles, de 1.5-2.5 cm de largo, 2-3 mm de ancho (Hawksworth y Scharpf, 1980).

Tallos

Son tallos herbáceos a temprana edad, a media que van creciendo se convierten en leñosos de gran resistencia y presenta un distancia aproximadamente 6 a 17 mm entrenudos (Geils *et al.*, 2002).

Inflorescencia

De 1 o varias espigas axilares, cada espiga con 1 o varios artículos fértiles y cada artículo con 2 o más hileras de flores (Gómez *et al.*, 2011).

Flores

Unisexuales, sésiles de color verde amarillento; las estaminadas con 3 o más pétalos valvados, 3 ó 4 anteras biloculares y un pistilo rudimentario en el centro; las carpeladas con un ovario unilocular, estilo recto originándose de un pequeño disco anular y estigma no diferenciado (Gómez *et al.*, 2011).

Fruto

El fruto es una baya blanquecina o rosada, ovoide a globosa, con una semilla cubierta por una sustancia mucilaginosa llamada viscina (Gómez *et al.*, 2011).

Fisiología de la Infección

La infección se inicia cuando una semilla se adhiere a la corteza o a las hojas del hospedero, cuando comienza a germinar forma un hipocotílo que se elonga hasta formar un abultamiento, en este punto, la radícula produce una cantidad irregular de tejido (apresorio) el cual funciona como un 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 formando el haustorio (Hawksworth y Scharpf, 1980)(Figura 3).

La planta de muérdago parasita a su hospedero y comienza a desarrollarse, durante aproximadamente dos años antes de producir brotes aéreos en el exterior de la planta. Los brotes de muérdago contienen clorofila y lleva a cabo la fotosíntesis y dependen de su planta hospedera para obtener los carbohidratos, así como nutrientes minerales y agua. Suelen causar un ligero retraso en el desarrollo en la planta huésped durante muchos años. Los Muérdago verdadero difieren del muérdago enano en que es generalmente menos perjudicial para su hospedero, además son más grandes y más visibles y otra gran diferencia a los muérdagos enanos que son muy específicos para sus hospedantes e infectar las coníferas solamente (Olsen, 2003).



Fuente: Olsen, 2003.

Figura 2. Germinación del Muérdago

Polinización

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

Dispersión

El principal vector son las aves que ha encontrado en los frutos del *P. densum* un alimento atractivo y nutritivo. Los frutos del muérdago denso comúnmente llamado, presenta un fruto del tipo baya color rosada o blanca, su semilla es cubierta por una sustancia mucilaginoso natural llamada viscina. Un gran número de especies de aves se alimentan de los frutos de muérdago, dispersando las semillas mediante sus excretas o regurgitándolas (Ruhland y Calvin, 2001).

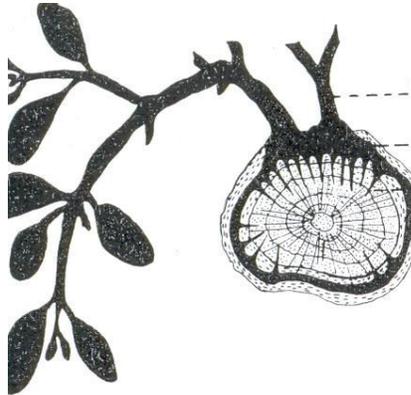
Semillas del muérdago son diseminadas por aves de varias maneras, dependiendo de la especie de ave: unas lo hacen mientras se acicalan, algunas otras se llevan semillas pegadas entre las patas y donde se paran dejan pegada la semilla gracias a la viscina pero las más importantes es mediante excretas y regurgitar, porque resulta una dispersión en un área más grande y las semillas son depositadas en las partes superiores de los hospederos (Olsen, 2003).

Además de las aves como principal vector de la semilla de *P. densum*, el viento constituye otro factor para dispersar la semilla del muérdago, también se sabe que cuando el fruto está muy maduro cae y debido a la viscosidad de este (figura 2), se adhiere a alguna otra rama de la misma planta ya infectada (Geils *et al.*, 2002).

Ciclo de vida del muérdago

Phoradendron densum 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 (Figura 4). Una vez que los brotes aéreos son producidos, inicia la realización de la fotosíntesis de *Phoradendron*, porque éste es un hemiparásito, no una simple epifita. 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).

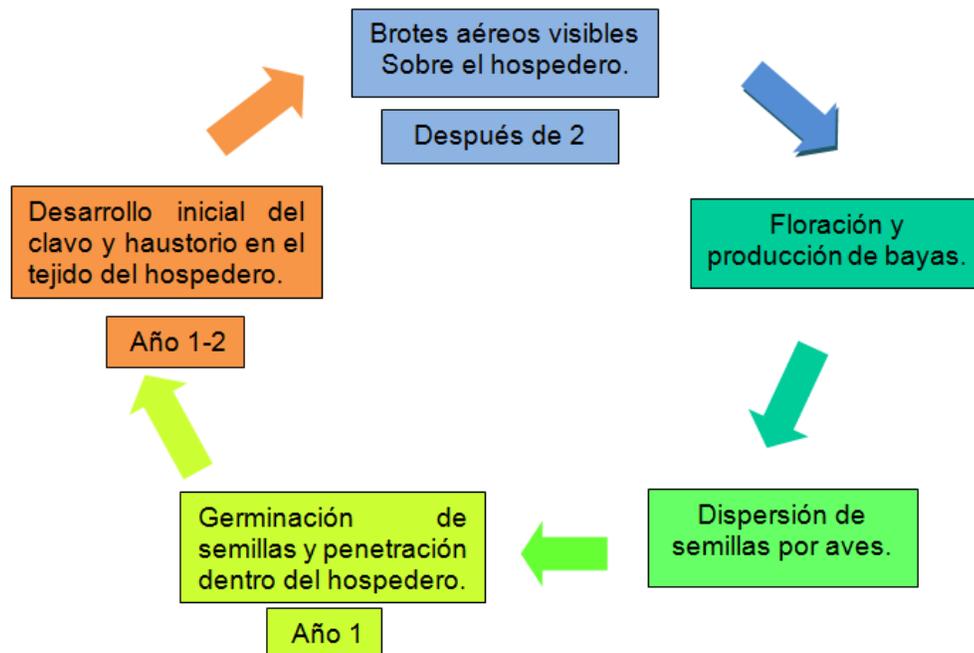


Fuente: Agrios, 2005.

Figura 3. Sistema endofílico

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 (Hawksworth y Scharpf, 1974).

Hawksworth (1980) menciona que el muérdago tiene un ciclo de vida largo (Figura 5). El tiempo transcurrido entre la infección y la producción de semillas es típicamente de cuatro a seis años, y a veces mayor (Figura 3). 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.



Fuente: Olsen, 2003

Figura 4. 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 *P. densum* 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 del muérdago

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* a: aguacatero, cítricos, cacao, cafeto, encinos, nogal, y duraznero.

Hospedero Principal *Cupressus arizonica* Greene

Ubicación taxonómica

El ciprés de Arizona es un árbol originario de sur de los Estados Unidos y del norte de México (Wagnerr, 2002). (Brands, S.J. 1989), mencionó la clasificación taxonómica de *C. arizonica*

Reino: Plantae

Phylum: Tracheophyta

Clase: Spermatopsida

Orden: Cupressales

Familia: Cupressaceae

Género: *Cupressus*

Especie: *arizonica*

Greene

Características generales de *Cupressus arizonica* Greene

Es un árbol de 12-15 metros de altura y 30 a 50 centímetros de diámetro. Es de hoja perenne, con una densa corona en posición vertical y suave corteza de color marrón rojizo. Hojas de color grisáceo-verde, verde-azulado, o plateado, dispuestos en parejas y opuesto firmemente abrazando las ramas, emiten un olor peculiar cuando se aplastan. Los conos son de 1 a 3 centímetros de diámetro, algo redondo, marrón rojizo oscuro, con 6 a 8 escamas leñosas en forma de escudo. Los conos maduran en el otoño de la segunda temporada, pero persisten en el árbol durante muchos años (Wagnerr, 2002).

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 este género 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

Se encuentran en climas semisecos, montaña estéril, laderas rocosas y en paredes del cañón. Se requiere un mínimo de 300 a 380 mm de precipitación al año. Han mostrado lento desarrollo en elevaciones de más de 3,000 msnm (Wagnerr, 2002).

El vigor de las plantas de muérdago denso suele estar relacionada con la del hospedero, y puede ser menor en los árboles sanos durante los períodos secos, cuando las plantas hospederas son sometidas a estrés hídrico. Por otro lado, los árboles muy infectados son probablemente más vulnerables a otros insectos e infecciones (Olsen, 2003).

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 y daños causados 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 que salen de la planta huésped. La infección causa la reducción del vigor por la competencia por nutrientes y agua (Young y Olsen, 2003 y Mathiasen *et al.*, 2008).

Vega (1976), señala que la presencia de las partes aéreas del muérdago es el signo más seguro de infección, pero si estas partes aéreas se han desprendido o no han brotado, habrá que examinar minuciosamente la corteza de ramas y tronco, para encontrar las capas basales que son las que originan las partes aéreas de este parásito.

Cano (1991), señala que la infección por muérdagos causan tumoraciones en las ramas jóvenes, al igual que en los tallos, teniendo un marcado efecto en las características de la madera debido a las granulaciones anormales,

impregnación de resina y textura esponjosa. También se menciona que por medio de las tumoraciones causadas por la planta parásita en cuestión, son los principales centros de entrada para el ataque de insectos barrenadores, además de que se pueden presentar pudriciones en la madera y enfermedades en la raíz que provocan el debilitamiento del tronco y ramas, las cuales pueden caer por acción del viento.

En cuanto a las tumoraciones señaladas, el autor que son generalmente abultamientos fusiformes que se desarrollan en ramas jóvenes o viejas o en los troncos, los cuales están constituidos por tejidos del parásito; algunas ramas llegan a morir a consecuencia del ataque de hongos que invaden los abultamientos o tumoraciones del muérdago. El follaje de estas ramas muertas se torna de color rojo ladrillo, conociéndose éstas como escoba de bruja o banderas.

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 continúa 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.

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 (Hawksworth y Scharpf, 1974).

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).

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

Fuente: CONAFOR, 2005

Cuadro 2. Grado de infección y manejo tomando en cuenta el sistema de evaluación de 4 clases.

Estrategias de control

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.

Control Cultural

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, debido a que no cuenta con un sistema radicular sistémico, razón por la cual, sólo se basa en eliminar el tumor o muñón donde se encuentra fijada la planta parasita. Una vez eliminado, sellar con cualquier tipo de sustancia que no permita la entrada de otros patógenos.

En aquellos lugares donde la infestación del muérdago sea muy intensa es indispensable la eliminación del hospedero, enfocados a remover aquellos arboles. 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, procediendo inmediatamente a elaborar los planes de protección que aseguren una nueva masa libre de parásitos.

Control biológico

Existen insectos que se alimentan de estos muérdagos (Burke 1975) y los hongos que causan enfermedad (Horst 2002, Scharpf y 1966 Hawksworth), pero estos aún no se encuentran en programas de control biológico para el *Phoradendron*.

Existen hongos que destruyen los tallos del muérdago, hasta ahora los agentes más efectivos para el control del muérdago son: *Colletotrichum gloesporoides* que causa marchitez en los tallos, *Aurebasidium pullulans* y *Alternaria alternata*, que se consideran agentes de marchitez y muerte de los tallos del muérdago (Vázquez *et al.*, 2006).

Control químico

Este ha sido probado usando varios herbicidas (1963 Rápido) y Ethephon (Adams y otros 1993), pero no recomiendan ninguno. No sabemos de ningunos programas de mejoramiento genéticos para desarrollar resistencia de conífero a muérdagos *Phoradendron*.

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*

Control legal

En agosto de 2003 hubo un avance innegable. Después de meses de discusiones, por fin se publicó la Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2002, "Que establece los requisitos y especificaciones técnicas que deberán cumplir las autoridades, personas físicas y morales, que realicen poda, derribo y restitución de árboles en el Distrito Federal". Posteriormente, se hizo la revisión y actualización de dicha Norma, con base en la experiencia resultante de su aplicación, y se publicó en diciembre de 2006 con las siglas NADF-001-RNAT- 2006 (Marchal, 2009).

Especies reportadas para la Sierra de Arteaga, Municipio de Coahuila

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.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica del Área Experimental

El área donde se realizó el presente estudio se encuentra en el Cañón de Los Lirios de las Sierra de Arteaga, en el Ejido conocido como los Lirios, del municipio. Dicho Ejido se ubica entre las coordenadas geográficas 100° 35' 16'' de longitud Oeste y 25° 14' 34'' de latitud Norte con respecto al meridiano de Greenwich a una altura de 2219 metros sobre el nivel del mar (msnm).

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, clizas y areniscas en suelo tipo aluvión. 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: 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 (García, 2010).

Se hizo un análisis de la dirección y método a usar para la toma de datos y la realizar la evaluación identificando la zona y la población de *Cupressus arozonica* que es la población de árboles infestados y a los que se les tomarían los datos. Datos y muestras que se llevaron al Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que se encuentra ubicado en Calzada Antonio Narro # 1923 Col. Buenavista, Saltillo, Coahuila. En las coordenadas 25° 21' 17'' de latitud

Norte y 101° 01' 58'' de longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich a una altura de 1781 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Características del Área Experimental

Clima

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).

Vegetación

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.

Suelo

Los suelos predominantes son litosoles, rendzinas y castañozem cálcicos, con texturas de medias a finas y fase física petrocalcálica.

Diseño y Sitio de Muestreo

Se localizó el área de en donde se detecta presencia de muérdago en árboles de *Cupressus* en el cual se eligió la dirección Noroeste.

El método de muestreo usado es el denominado transecto lateral: este método es una variante de los transectos y fue propuesto por Foster *et al.* (1995), para realizar evaluaciones rápidas de la vegetación. Este método tiene como base muestrear un número estándar de individuos en vez de una superficie estándar y no requiere tomar medidas precisas de los datos. El

método consiste en muestrear un número determinado de individuos a lo largo de un transecto con un ancho determinado y el largo definido por el número estándar de individuos a muestrearse. Con este método, se pueden muestrear todas las plantas o clases de plantas, separadas por formas de vida (árboles, arbustos, bejucos, hierbas, epífitas), familias, o individuos de una sola especie. También, se puede hacer agrupaciones por estratos. Para considerar el número de plantas a muestrear, se debe tomar en cuenta que usualmente es mejor hacer muchos muestreos pequeños que pocos muestreos grandes. El ancho del transecto es variable y depende de la clase de plantas y la densidad de individuos.

En base al método descrito se realizaron muestreos de forma lineal por puntos, cada punto fue tomado de 20 mts de distancia de cada punto, al tener referenciados los 10 puntos por muestra, se prosiguió a identificar 3 árboles a su vez a estos fueron a los que se les tomaron los datos referentes a incidencia y severidad al ataque de muérdago. Durante el levantamiento de datos, se colectaron muestras de muérdago de árboles infestados que se analizaron en el departamento para su posterior identificación(Figura 6).



Figura 5. Método de muestreo (transecto lineal) y lugar de toma de datos en el Cañón de los Lirios en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

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.

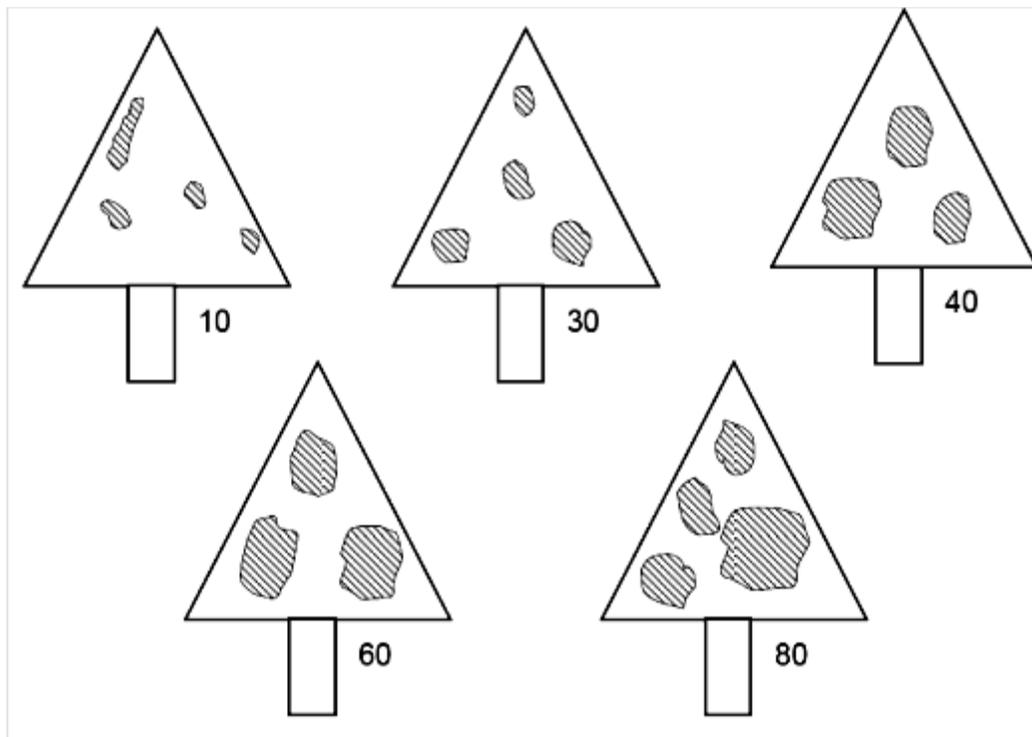
$$\text{Incidencia} = \frac{\text{No. de árboles infectados X 100}}{\text{Total de árboles observados}}$$

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 (2005), 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 7). 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 3). Es necesario agrupar mentalmente a todos los muérdagos en una sola área y después darle el valor que le corresponde.

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

Cuadro 3. Volumen infectado de la copa, en el sistema de 4 clases y grados de infección.



FUENTE: CONAFOR (2005)

Figura 6. Representación esquemática de varios porcentajes de infección, el área sombreada simboliza el ataque del muérdago verdadero.

Análisis Estadístico

Para determinar la incidencia y severidad de necrosamiento en muérdagos se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, usando un análisis de varianza y pruebas de diferencia mínima significativa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El muestro se llevo a cabo en arboles infectados esto se puede notar en las observaciones que se analizaron ya que en todos los arboles presentaban muérdagos se puede decir que hay una incidencia y severidad del 100%

Los hongos asociados al necrosamiento en muérdagos pueden atribuirse a diferente hongos: *Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Alternaria infectoria*. (Ponce, M, 2013), *Glomerella* y *Cytospora*.(Cepeda M. G., 2011)

Se analizaron muérdagos en campo con daño a simple vista, que contaran con las características buscadas de necrosamiento, marchitamiento, decadencia en vástagos y en tallos.

Dicho trabajo fue una observación de incidencia y severidad en que un patógeno de forma biológica esta en conflicto con el muérdago el cual se encuentra destruyéndolo de manera ambigua dejando rastros de necrosamiento y marchitamiento en todo el cuerpo vegetal dando un resultado de muerte letal en toda le estructura del muérdago.

En dado caso una observación bastante notoria fue que en cuanto mas grande era el daño en el muérdago por dicho patógeno, el daño era contrarestante para los pinos ya que en afección pasaba a matar al árbol por completo.

Las muestras tomadas en campo se llevaron a analizar en un programa estadístico para realizar una prueba de análisis de varianza para ver si los resultados eran significativos los cuales tenemos en seguida:

ANOVA (Análisis de Varianza)

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	32.61111111	1.05197133	3.85	<.0001
Error	58	15.84444444	0.27318008		
Corrected Total	89	48.45555556			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	y Mean	
	0.673011	20.72245	0.522666	2.522222	

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
t	29	31.78888889	1.09616858	4.01	<.0001
r	2	0.82222222	0.41111111	1.50	0.2306

Diferencia altamente significativa entre tratamientos

PRUEBA de DMS(Diferencia Mínima Significativa)

t Tests (LSD) for y

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	58
Error Mean Square	0.27318
Critical Value of t	2.00172
Least Significant Difference	0.8542

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	t
A	4.0000	3	12
A			
B A	3.6667	3	13
B A			
B A	3.6667	3	8
B A			
B A C	3.3333	3	9
B A C			
B A C	3.3333	3	10
B C			
B D C	3.0000	3	7
B D C			
B D C	3.0000	3	23
B D C			
B D C	3.0000	3	30
D C			
E D C	2.6667	3	29
E D C			
E D C	2.6667	3	2
E D C			
E D C	2.6667	3	27
E D C			
E D C	2.6667	3	20
E D C			
E D C	2.6667	3	18
E D			
E D	2.3333	3	3
E D			
E D	2.3333	3	28
E D			
E D	2.3333	3	22
E D			
E D	2.3333	3	14
E	2.0000	3	1
E			
E	2.0000	3	17
E			
E	2.0000	3	19
E			
E	2.0000	3	5
E			
E	2.0000	3	16

E			
E	2.0000	3	15
E			
E	2.0000	3	24
E			
E	2.0000	3	25
E			
E	2.0000	3	26
E			
E	2.0000	3	11
E			
E	2.0000	3	4
E			
E	2.0000	3	21
E			
E	2.0000	3	6

V. CONCLUSION

Después de las observaciones tomadas en campo, y haber realizado un análisis estadístico se puede concluir lo siguiente:

El muérdago *Phoradendron densum* está siendo controlado por una serie de agentes biológico en este caso citamos a varios hongos como su control.

VI. LITERATURA CITADA

Adams, D.H.; Frankel, S.J.; Lichter, J.M. 1993. Considerations when using ethephon for suppressing dwarf mistletoe and leafy mistletoe infestations in ornamental landscapes. *Journal of Arboriculture*. 19(6):351–357.

Agrios, G. N. 2005. *Plant pathology*. 5th ed. Elsevier Academic Press. San Diego, CA. USA. 921.

APG II. 2008. Angiosperm Phylogeny Group: an update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II.

Brands, S.J. 1989. *Systema Naturae 2000. The Taxonomican*. Universal Taxonomic Services. Zwaag, Netherlands.

<http://taxonomicon.taxonomy.nl/TaxonTree.aspx?id=8348&tree=0.1>

<http://taxonomicon.taxonomy.nl/TaxonTree.aspx?id=75206&tree=0.1>

Burke, H.R. 1975. A new species of *Smilcraulax* from México, with key to species of the genus (Coleóptera: Curculionidae). *Entomological News*.86:167–171.

Caballero Deloya, M. 1970. La frecuencia de los daños al bosque (areas de coníferas en Zacatecas, Sinaloa y Jalisco). Publ. 14. México, DF: Direccion General del Inventario Nacional Forestal. 28 .

Cano. P. A. (1991). El muérdago planta parásita los bosque de confiera de la sierra de Arteaga, Coah., *Revista AGROCI FAP_Coahuila*. Año 1. Vol. 2, Saltillo. México.

Cepeda, P. M. G. 2011. Identificación, incidencia y severidad del muérdago *Phoradendron* spp en la sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de posgrado. UAAAN. Saltillo. Coahuila. 51-54

- Clarke, G.L. 1971. Elementos de la ecología. Ed. Omega Barcelona, España.
- CONAFOR, 2003. Informe Nacional para la Tercera Sesión del Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques. Zapopan, Jalisco México.
- CONAFOR. 2005. Tratamientos contra plantas parasitas. Evaluación y Tratamiento para Muérdago Verdadero (*Psittacanthus*). Manual de Tratamientos Fitosanitarios. México D.F. Pp. 78.
- CONAFOR, 2006. Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal. Demanda 1.11 Ecología y manejo de plantas parásitas y epífitas en ecosistemas forestales del semidesierto mexicano.
- García F.J.L. 2010. Identificación, incidencia y severidad del muérdago *Phoradendron* sobre *Quercus spp.* Y *Juniperus spp.* En los Cañones Jame y de los Lirios de la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura UAAAN 44.
- Geils B.W., J. C. Tovar, and B. Moody 2002. Mistletoes of North American conifers. General Technical Report RMRS-GTR-98. Ogden, UT: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 123 .
- Geils, B.w., J.T. Cibrián, B. Moody. 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. 123 .
- Geils, B. W., Vázquez C I.. 2002. Loranthaceae and Viscaceae in North American. Mistletoes of North American conifers. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-98. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. E.U.A. 1-8.

- Gómez S. M., Sánchez F. L. J. y Salazar O. L. A. 2011. Anatomía de Especies Mexicanas de los Géneros *Phoradendron* y *Psittacanthus*, endémicos del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Volumen # 82. 16 p.
- Gutiérrez, R.G. 1986. Estudio del comportamiento del muérdago sobre *Quercus* spp. En la Sierra de San Blas de Pabellón del Estado de Aguascalientes. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Hawksworth, F.G. 1980. Los muérdagos enanos (*Arceuthobium*) y su importancia en la silvicultura de México. En: Primer simposio nacional sobre parasitología forestal; 1980 Febrero 18–19. Uruapan, Michoacán: Sociedad Mexicana de Entomología: 207-228.
- 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. 1969. *The Biology of Parasitic Flowering Plants*. University of California Press, Berkeley, CA.
- López-de Buen, L., J.F. Ornelas y J.G. García-Franco. 2002. Mistletoe infection of trees located at fragmented forest edges in the cloud forest of in Central Veracruz, México.
- McMinn, H.E. 1939. Loranthaceae, mistletoe family, 1 *Phoradendron*. In: An illustrated manual of California shrubs. J. W. Stacey, Inc.: 89-92.
- Maloney, P. E., and Rizzo, D. M. 2002. Dwarf mistletoe–host interactions in mixed conifer forests in the Sierra Nevada. *Phytopathology* 92:597-602.

- Marchal, V. D. 2009. El Muérdago en la Republica Mexicana. *Árbol AMA* (Asociación Mexicana de Arboricultura). Núm. 2: 31.
- 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.
- Olsen, M. w.; 2003. True Mistletoes. The University of Arizona Cooperative Extension. Publication AZ1308. Tucson, Arizona. State United American. 3.
- Ponce Maria Paz (2013), Identificación y Patogenicidad de Hongos en Muérdago (*Phoradendron bolleanum* Eichler=P. Saltillense Trel. En Arteaga y Saltillo, Coahuila. TESIS UAAAN
- Robinson, Donald C.E. and Gails, Brian. 2006. Modelling dwarf mistletoe at three scales: life history, ballistics and contagion. *Ecological modeling* 199: 23-38.
- Ruiz, G., A.; A., Ojeda, A.; M., Gutiérrez, G.; y A. Hernández B. 2007. Muérdagos del Arbolado Urbano del Distrito Federal .XIV Simposio Nacional De Parasitología Forestal, Aguascalientes, México. Ed. Litográfico Central, S. A. de C. V. Edición. 2008 Ciudad. México D. F. P. 51-53.
- Ruhland, B. M. and C. L. Calvin. 2001. Morphological aspects of seedling establishment in four temperate region *Phoradendron* species. *Madroño* 48: 79–89.

- Rodríguez, U., G. 1991. Evaluación de Infestación y daños causados por el muérdago enano *Arceuthobium vaginatum* en *Pinus rudis* en la Sierra de Arteaga. Tesis de Licenciatura, UAAAN. Saltillo Coahuila. 76
- Sanidad forestal, 2003. Informe Nacional para la Tercera Sesión del Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques, México.
- Scharpf R.F. and 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.
- Simpson, M.G. 2006. Plant Systematics. ElsevierPress. Canada. 249.
- SEMARNAT. 2009. Modulo de Consulta Temática. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional Forestal, Gerencia de Sanidad Forestal. México D.F.
- Vázquez Collazo, et al., (2006). Los muérdagos (*Loranthaceae*) en Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de investigación del Pacífico Centro, Campo Experimental, Libro técnico Núm. 2, División Forestal, Uruapan, Michoacán , 93p.
- Vega R. E. 1976. El muérdago enfermedad en bosques de coníferas y hojosas. Bosques y Fauna; XIII. Departamento de Divulgación Federal, SARH. México.
- Verduzco G. J. 1976. Protección Forestal. Patena. Chapingo, Mex. Pp 135-140.
- Villa, C.J. 2003. Importante contribución a la salud de ecosistemas forestales. Forestal XXI Noviembre-Diciembre. 27-28.

- Villarreal, J. Á. 2001. Listados florísticos de México. XXIII Flora de Coahuila. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.137 .
- Villers R. L.; L. García v.; J. López, B.; Investigaciones geográficas. 1998. Evaluación de los bosques templados en México: una aplicación en el parque nacional Nevado de Toluca. UNAM. México D.F. P 7.
- Young, D., Olsen, M. W. 2003. True Mistletoes. The University of Arizona Cooperative Extension. Publication AZ1308.
- 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.

APÉNDICE

Cuadro 4. Número de muestras y repeticiones llevadas en campo.

Tratamiento	Repeticón	Resultado	Tratamiento	Repeticón	Resultado	Tratamiento	Repeticón	Resultado
1	1	2	11	1	2	21	1	2
1	2	2	11	2	2	21	2	2
1	3	2	11	3	2	21	3	2
2	1	4	12	1	4	22	1	2
2	2	2	12	2	4	22	2	2
2	3	2	12	3	4	22	3	3
3	1	2	13	1	3	23	1	3
3	2	3	13	2	4	23	2	3
3	3	2	13	3	4	23	3	3
4	1	2	14	1	3	24	1	2
4	2	2	14	2	2	24	2	2
4	3	2	14	3	2	24	3	2
5	1	2	15	1	2	25	1	2
5	2	2	15	2	2	25	2	2
5	3	2	15	3	2	25	3	2
6	1	2	16	1	2	26	1	2
6	2	2	16	2	2	26	2	2
6	3	2	16	3	2	26	3	2
7	1	4	17	1	2	27	1	3
7	2	3	17	2	2	27	2	2
7	3	2	17	3	2	27	3	3
8	1	4	18	1	2	28	1	2
8	2	4	18	2	4	28	2	2
8	3	3	18	3	2	28	3	3
9	1	3	19	1	2	29	1	3
9	2	4	19	2	2	29	2	3
9	3	3	19	3	2	29	3	2
10	1	4	20	1	4	30	1	3
10	2	3	20	2	2	30	2	3
10	3	3	20	3	2	30	3	3

Cuadro 5. Hoja de tomas de datos en campo

Fecha _____

Nombre _____

Tratamiento (numero de arboles muestreados)	Repetición (Numero de muérdagos muestreados)	Resultado (Severidad con la que se encontraba el muérdago)