

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Identificación de Diferentes Especies de Muérdago *Phoradendron* en
Diversos Hospedantes en la Sierra de Arteaga, Coahuila

Por:

DIEGO LEONEL ZUÑIGA SANDOVAL

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México,

Octubre 2016.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Identificación de Diferentes Especies del Muérdago *Phoradendron* en
Diversos Hospedantes en la Sierra de Artega, Coahuila

Por:

DIEGO LEONEL ZUÑIGA SANDOVAL

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría



M.C. Abiel Sánchez Arizpe

Asesor Principal



Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda



M.C. Víctor Manuel Villanueva Coronado

Coasesor



Br. Gabriel Gallegos Morales



Coasesor

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México,

Octubre 2016.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** primero que nada por darme la vida, guiarme por el camino del bien, darme tu bendición siempre, porque me proteges, me cuidas cada día, hacerme lo que ahora soy y enseñar lo que es parte de la vida, darme la fuerza, sabiduría; por cumplir mi meta de haber concluido con mi grado de estudio a nivel Licenciatura, junto con mi Papá, que me cuida de donde tu estas Dios, mi Mamá y mis Hermanos. Gracias Dios te debo mucho.

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** por darme la oportunidad de ser parte de la Institución, cobijarme en su Alma Terra Mater, formarme en un Ingeniero y enseñarme muchas cosas de la vida, conocer una nueva familia que fueron mis compañeros tanto de generación como de cuarto en el internado. Gracias por todo Narro ahora soy un Buitre con mucho orgullo lo digo.

Al **MC. Abiel Sánchez Arizpe** por apóyame mucho a concluir mi trabajo para titulación y aceptarme para realizarlo, también por enseñarme mucho de sus conocimientos tanto en este trabajo como en clases cuando lleve sus materias, y así guiarme en cada momento que lo necesite.

A la **Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda** por ser parte importante como coasesor en este trabajo, por darme información al igual por guiarme y llamarme la atención si me veía que empezaba andar mal, lo cual me ayudó mucho cuando la necesite.

A el cuarto 3 en el internado el “Paraíso” gracias **Juan Mendoza, Lisandro Sánchez, Omar Olivar y Saúl Sánchez**, que me recibieron y me trajeron a la Narro para cumplir mi meta y sueño, por su apoyo, que se convirtieron en mi segunda familia y me enseñaron mucho gracias carnalitos.

Quiero agradecerles de la mejor manera a mis amigos **Adrián Bustos, Jorge Martínez, Dulce Lara, Jesús Mendoza, Eduardo Hernández, Miguel Balcázar, Saúl Sánchez, Samuel Gómez, Andrea Romero, Uriel Flores, Gustavo García, Carlos Sedeño, Oscar Adame y Ernesto Gerónimo MC. Rebeca Gonzales**, por la amistad que me brindaron y su apoyo cuando más lo necesite durante este sueño tan bonito de la Universidad los extrañare, les deseo éxito en la vida.

Al palomar 2 cuarto 9 por recibirme para realizar mi trabajo de tesis, **Elver Pérez, Luis Méreles** gracias canijos por darme un lugar donde llegar.

Mis amigos y primos **Elena Paredes, Grisel Vergara, Israel Ruiz y Norma Osorio**, por su apoyo en todo momento, ser parte de mi sueño, conocerlos y ofrecerme su amistad.

Al **MC. Víctor M. Villanueva Coronado** por ser mi coasesor y guiarme en mi proyecto de tesis al igual por corregirme en las partes donde está mal gracias Maestro.

Igual darle las gracias a todos **Mis Maestros y Compañeros** de generación CXX de Parasitología por ser parte de mi travesía por la Narro y brindarme su amistad, consejos y conocimientos.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Efigenio Zúñiga Gonzales (+) Papito gracias por cuidarme desde el cielo, ser un ejemplo a seguir, guiarme por el camino del bien, ayudarme a ser un hombre o ser una persona de bien, por todo lo que me has dado o dejado y ser mi Padre, al igual por darme la vida y ser parte de una hermosa familia que es mi madre, mis hermanos y sobrinos en donde quiera que estés papá gracias por todo junto a tus bendiciones decías que yo era tu campeón y no te defraude ni te defraudare te amo Papito, te encargo que le pidas a Dios siempre por nosotros y que nos bendigas te extrañamos gracias por ser mi Papá.

Soledad Sandoval Palma Mamita gracias por todo tu amor, tu apoyo incondicional, por enseñarme el bien y guiarme siempre por el lado correcto, gracias por ser padre y madre a la vez te admiro mucho eres mi ejemplo a seguir y no nada más de mi si no de muchas personas por tomar ese papelote y sacarnos adelante siempre a todos mis hermanos eres la mejor mamá del mundo gracias por darnos la vida y apoyarnos siempre Dios no se equivocó a ser tu nuestra Mamá, gracias por creer siempre en mí y no te falle aunque a jalones de orejas y regaños cosa que no entendía y ahora lo entiendo, salí adelante y ahora me has hecho un Ingeniero y te lo cumplí mamita te dije quiero que te sientas orgulloso de los 3 hijos y los 3 cumplimos nuestro sueño o meta faltan muchas más pero eso está ya en nosotros sabes que te quiero mucho y te amo con todo mi corazón te debo mucho Mamita gracias.

A MIS HERMANOS

Octavio Zúñiga Sandoval Hermano mi carnal el mayor neta cabron te admiro mucho eres una persona bien chingona, sabes salir adelante y te las arreglas de todas a todas, enserió gracias por ser mi hermano un ejemplo a seguir porque fuiste casi mi segundo Papá, me has enseñado a salir adelante, gracias por tus consejos, tus regaños, por tus enseñanzas y conocimientos, por guiarme por el camino del bien, también gracias por darme eso sobrinitos tan hermosos Octavio y Arantxita son mi adoración los cabrones nunca los dejare solos ni a ellos ni a ustedes, así como tú nunca me dejaste ni me has dejado

solo junto con tu Esposa Laura Mendoza que también es una persona muy buena gente enserió carnal te quiero mucho y te amo junto con mis sobrinitos.

Efigenio Zúñiga Sandoval Hermano mi carnal el mediano tú también canijo te admiro mucho eres una persona muy chingona, enserió te veo y neta que sabes salir adelante te las arreglas de todas a todas, eres también un ejemplo a seguir, gracias por ser mi hermano, también eres como mi segundo Papá porque me has y me han enseñado mucho de la vida como salir adelante, enserió que gracias por tus regaños por tus consejos, por tus enseñanza y conocimientos, por ser esa persona que eres y que son, por guiarme por el bien, gracias por darme esos sobrinitos tan hermosos Nahomi y Emilianito son mi adoración y nunca los dejare solos a ellos ni a ustedes porque tu nunca me dejaste ni me has dejado solo junto con tu Esposa Cathia Cartujano que es una buena persona, enserio carnal te quiero mucho y te amo junto con mis sobrinitos.

A MIS ABUELOS

Emilio Sandoval Benítez (+) y Alicia Palma García por ser mis abuelos y hacer a mi Mamá una persona buena, por acompañarme en parte de mi vida cuando más los necesitamos, por sus consejos, regaños y conocimientos de la vida abuelos gracias por todo los quiero mucho.

A MIS TIOS

Tío Cesar Sandoval Palma por apoyarme cuando llegue a necesitar de él, por ofrecerme su ayuda, tío de verdad gracias por todo desde tus consejos hasta tus conocimientos.

A todos mis tíos por su apoyo cada quien de diferente manera durante mi vida como estudiante hasta concluir mi carrera, ahora me toca emprender un nuevo camino como profesionista esperando contar con su apoyo incondicional.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIIENTOS.....	iii
DEDICATORIA	v
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÒN.....	2
Justificación	4
Objetivos	4
REVISION DE LITERATURA	5
Antecedentes	5
Muérdago.....	7
Descripción del género <i>Phoradendron</i>	9
Posición taxonómica	11
Biología	12
Infección.....	12
Polinización	15
Dispersión.....	15
Ciclo de vida del muérdago	16
Condiciones favorables para el establecimiento del muérdago.....	18
Hospedero	18
Fisiología Hospedero-Parásito	19
Ecología Hospedero-Parásito.....	19
Daños y síntomas causados por el muérdago.....	20
Especies reportadas para Saltillo y la Sierra de Arteaga Coahuila	22
Manejo del muérdago	23
Control químico.....	25
Control legal	25
Control biológico	26
Controlo cultural.....	26
Como plaga forestal.....	27
MATERIALES Y METODOS	28
Descripción del Área de Trabajo.....	29

Identificación de Muérdagos.....	29
Claves para la identificación de géneros de muérdagos según Nuttall 1848	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
Identificación de Especies de <i>Phoradendron</i> y sus Hospederos.....	31
CONCLUSION	34
LITERATURA CITADA	35

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. 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 reporto información.	6
Cuadro 2. Géneros y especies reportadas por Villareal, 2001 en Saltillo Coahuila.	22
Cuadro 3. Cuadro de géneros y especies reportadas por Sánchez y Torres 2005 en el campo experimental Saltillo (INIFAP).	22
Cuadro 4. Genero y especies reportadas en el cañón de los Lirios de la Sierra de Arteaga, Coahuila, México por Zavaleta (2008).	23
Cuadro 5. Géneros y especies reportadas en los Cañones Jame y Los Lirios en la Sierra de Arteaga, Coahuila, México. (García, 2010).	23
Cuadro 6. Manejo de muérdago según el grado de infección Manual de tratamientos fitosanitarios CONAFOR 2005.	24
Cuadro 7. Municipios donde se colecto los diferentes muérdagos.	29
Cuadro 8. Muérdagos <i>Phoradendron</i> y sus hospederos identificados en diferentes localidades, UAAAN 2016.	29

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Sistema endofítico	13
Figura 2. Dispersión por Aves	16
Figura 3. Ciclo de vida del muérdago	17

RESUMEN

El muérdago es una planta parasita que está acabando con el arbolado a nivel mundial, en México es un gran problema y en una zona principal donde está acabando es en el estado de Coahuila, en el cañón de la Sierra de Coahuila y Nuevo León. El objetivo de este trabajo es identificar taxonómicamente a muérdagos presentes en el arbolado en el sureste de Coahuila. Se hicieron varios recorridos para coleccionar muérdagos en forma dirigida presentes *Cupressus arizonica* Green., en Rancho los Andes en El Tunal, el cañón de Los Lirios, Arteaga, Coahuila, *Quercus saltillensis* Trel., en San José de la Boquillas, Nuevo León, *Prosopis glandulosa* Torrey. La Aurora Saltillo, Coahuila y *Carya illinoensis* (Whangenh) K. Koch. UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. Fueron llevadas al laboratorio para su identificación taxonómica mediante claves. Los resultados fueron las siguientes *C. arizonica* se encontró *Phoradendron densum*, para *Q. saltillensis* es *Phoradendron lanceolatum*, en *P. glandulosa* fue encontrado *Phoradendron tomentosum* y en *C. illinoensis* es *Phoradendron macrophyllum*.

Palabras Claves: Muérdago, Arbolada, Sierra, taxonómica.

INTRODUCCIÓN

Las plantas, al igual que los demás seres vivos, mantienen diversas relaciones de competencia por el ambiente, el agua y los minerales con otros organismos, incluso con ellas mismas. Una forma de relación es la simbiosis, llamada parasitismo.

Por otro lado, los muérdagos pueden estar presentes en las áreas urbanas; por lo tanto, su conocimiento es de gran importancia para el manejador de las áreas verdes de las metrópolis, donde los arboles representan elementos importantes para la calidad del ambiente. Independientemente de los problemas fitosanitarios que causan las especies parásitas de estas familias, la diversidad de muérdagos en una región, su ecología y su biogeografía, son tema de estudio de sumo interés para los biólogos, tanto por su atípica forma de vida como también con el contexto de la biodiversidad (Oliva *et al.*, 2011)

Los bosques de coníferas se ven afectados por diversos factores, destacando, los insectos descortezadores, plantas parásitas y epifitas, cuyos daños en los últimos años han alcanzado niveles alarmantes teniendo como consecuencia la afectación de 195,326 ha, así como deterioro del ecosistema (INIFAP, 2007).

Las plantas parásitas más comunes y peligrosas pertenecen a la familia *Viscaceae* o subfamilia *Viscoidea* la cual cuenta entre sus miembros con los géneros *Arceuthobium* (Muérdago enano) y *Phoradendron* (Muérdago verdadero). Los muérdagos enanos se distribuyen en todas las regiones del mundo donde existen las coníferas, causando daños considerables. Estos pueden retardar el crecimiento, de forma e incluso matar árboles de cualquier edad. También afectan la calidad de la madera y las ramas infectadas pueden desarrollar cánceres. Con frecuencia las ramas infectas producen “escobas de bruja” (Oliva *et al.*, 2011).

Los muérdagos verdaderos se encuentran distribuidos en todo el mundo particularmente en climas cálidos, áreas tropicales y subtropicales, atacando principalmente árboles de sombra y forestales de madera dura. Producen

pérdidas económicas considerables y los síntomas del ataque son muy semejantes a los de los muérdagos enanos. Los árboles infestados sobreviven durante muchos años, pero muestran un menor crecimiento y con frecuencia quedan deformados y/o mueren (Oliva *et al.*, 2011).

Los muérdagos verdaderos pertenecen a la familia *Viscaceae*, son arbustos herbáceos o leñosos que se desarrollan sobre las ramas de árboles y arbustos de angiospermas y gimnospermas (*Pinus*, *Cupressus* y *Juniperus*). Sus características distintivas son hojas lanceoladas, verdes y frutos mucilaginosos, los géneros de muérdagos verdaderos más comunes en México son *Struthanthus*, *Phoradendron* y *Psittacanthus* (Chazaro *et al.*, 1992).

Coahuila cuenta con diversos bosques entre estos el de coníferas. En específico en la sierra de Arteaga se ha visto afectada por los problemas fitosanitarios ya mencionados, los cuales están causando una degradación ambiental y un daño ecológico irreversible que puede ocasionar el agotamiento de los recursos naturales maderables y, por ende, un conflicto e inestabilidad social, por ser áreas verdes con que cuentan la urbe de esta zona del estado, además de ser las partes altas de las cuencas hidrográficas donde se capta el agua que se destina a la capital del estado y el área circunvecina (INIFAP, 2008).

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 el xilema de la planta que hospedan para obtener agua y sales minerales, ya que son incapaces de obtenerla directamente del suelo (Simpson, 2016).

Justificación

La importancia de este trabajo es identificar *Phoradendron* ya que no hay mucha información, como plaga forestal lo cual no sabemos mucho sobre daños y síntomas en los hospederos, ni cuáles son sus hospederos.

Objetivos

Identificación de las plantas parasitas (muérdagos) a nivel género y especie que se encuentran parasitando el cedro (*Cupressus arizonica*), encino (*Quercus saltillensis*), nogal (*Carya Illinoensis*) y mezquite (*Prosopis glandulosa*) en la Sierra de los Lirios en el tunal, Arteaga, en San Juan Bautista, Ejido la Aurora en Saltillo y Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

REVISION DE LITERATURA

Antecedentes

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.

Los muérdagos son un grupo diverso dentro del orden *Santalales*, de plantas parasitas 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 parasitas 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 arboles 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 pino, 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).

De acuerdo con los resultados preliminares del Inventario Nacional Forestal (2000), la situación del país es crítica. Cada año se deforestan 600 mil hectáreas anuales, ocupando el segundo lugar de deforestación a nivel mundial superado solamente por Brasil.

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

Actualmente, la superficie forestal afectadas por diversas plagas y enfermedades (insectos descortezadores, defoliadores, etc.) es el orden de las 11,802 hectáreas, por plantas parasitas (muérdagos) se estima que asciende a 1.8 hectáreas; se ha detectado principalmente en las áreas urbanas de 24 estados la presencia del psilido del eucalipto (*Glycaspis brimblecombei*) (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 parasíticas (muérdagos), seguido por los insectos descortezadores con un 27%el restante 36% agrupa afectaciones por defoliadores, barrenadores y otros agentes (Cuadro 1) (CONAFOR, 2005).

Cuadro 1. 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 reporto información.

Año	1992	1994	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Superficie con Diagnostico (Ha)	165,196	1,515	4000	3200	7,287	14,999	17,364	15000
Muérdago (Ha)	20	19	200	2059	94	1538	1780	3474

Fuente SEMARNAT, 2009.

Muérdago

Las principales familias de muérdago son *Loranthaceae* y *Viscaceae*. Las *Loranthaceae* y *Viscaceae* han sido consideradas subfamilias dentro de la *Loranthaceae*, pero ahora son reconocidas como familias distintas aunque relacionadas. Esta tiene diferencias anatómicas, embriológicas y cromosomales entre ellas, pero una diferencia práctica entre ellas es que, en *Viscaceae* las flores son pequeñas e inconspicuas, mientras que en *Loranthaceae* son largas, coloreadas y poseen cálculo. Las plantas de la familia *Viscaceae* se presentan en zonas tropicales y templadas del hemisferio norte, en cambio las *Loranthaceae* estén generalmente en zonas tropicales. Ambas familias se encuentran en territorio Mexicano (Geils y Vázquez, 2002).

En la República Mexicana existen los géneros *Arcethobium* conocidos como muérdagos enanos y *Cladocolea*, *Phoradendron*, *Pssittacanthus*, *Struthanthus*, *Phthirusa*, *Dendrophthora*, *Oryctanthus*, *Antidaphne* e *Ixocatus* denominados muérdagos verdaderos. Los géneros *Phoradendron*, *Struthanthus* y *Psittacanthus* parasitan una gran cantidad de especies de angiospermas (Vázquez *et al.*, 2006).

Generalmente el muérdago más representativo de la familia *Viscaceae* es *Phoradendron*, que típicamente afectan árboles leñosos y que se usan 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 a las que tiene *Arcethobium*. *Phoradendron* típicamente causa daños a juníperos en áreas del Suroeste de Estados Unidos. Pero estos muérdagos incluyen diferentes especies infectando una gran variedad de hospederos, y provee un interesante modelo de interacción hospedero-parasito (Geils *et al.*, 2002).

Se encuentran distribuido *Phoradendron* particularmente en los climas cálidos atacan principalmente a los árboles de sombra y a los arboles forestales de madera dura, pero también a muchos árboles comunes, tanto frutales como de plantación, e incluso a gimnospermas. Producen pérdidas considerables en algunas áreas (Agris, 2005).

El género *Phoradendron*, exclusivo del nuevo mundo, comprende 243 especies que se distribuyen desde los Estados Unidos hasta Sudamérica (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) menciona que el género *Phoradendron* incluye cerca de 250 especies, que se encuentran en zonas tropicales y templadas de América.

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 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. Es necesario hacer una distinción entre los términos “parásitos” y “patógenos”. Parásito literalmente significa “a lado de la comida”, del griego *para* (a lado) *sito* (grano o comida). Si una planta también induce a los síntomas de una enfermedad en su huésped, entonces es un patógeno igual que parásito. El termino general se refiere a ambos, parásitos y micotróficos, que obtiene carbón de otras fuentes que su propia fotosíntesis son heterotróficos, que significa “alimentación diferente” (Kuijt, 1969).

Este parásito arbustivo aéreo produce flores vistosas o cripticas; son dispersados por aves o por los frutos explosivos. Los muérdagos son parásitos obligados, dependen de huésped para obtener agua, nutrientes y la mayoría de sus carbohidratos (Kuijt, 1969).

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 pequeñas flores inconspicuas que solo producen polen. 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 (Young y Olsen, 2003).

En México se encuentran presente en casi todos los estados de la Republica, con 57 especies y una distribución altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm. Presenta menos especificidad sobre las angiospermas, encontrándose pocas especies parasitando las gimnospermas (coníferas) (INIFAP, 2008).

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 hemiparasitos, 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 catafilos arriba de los nudos.

Hojas simples: opuesto o decusadas la lámina coriácea, margen entero, venación pinada, palmeada o a veces inconspicua, el peciolo poco diferenciado y articulado en la base.

Las inflorescencias: son espigas, las flores inmersas en raquis de la inflorescencia arregladas en cuatro series longitudinales y separados por dos escamas opuestas, formando entre nudos 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 interior unilocular, estilo corto, estigma capitado.

Frutos: son bayas de 3 a 6 mm, color blanco, rosa o rojizo, con una pulpa mucilaginoso; con solo una semilla. El conocimiento de todas estas características de tallo, hojas, inflorescencia y frutos son de gran importancia, que nos conlleva a la correcta identificación del género *Phoradendron* debido a la gran semejanza entre géneros lo que hace un poco difícil la identificación (Zamora, 2006).

Posición taxonómica

El género *Phoradendron* pertenece a la familia *Viscaceae*, se caracteriza que en ellas encuentras plantas generalmente arbustivas o subarbustivas, hemiparasitas de árboles y arbustos. Esta familia cuenta con tres géneros de muérdagos más comunes: *Arcethobium*, *Phoradendron* y *Viscum* (Brands, 2007).

Dominio: *Eucariota*

Reino: *Plantae* Haeckel, 1866 – Plantas

Filum: *Tracheophyta*

Subfilum: *Spermathophytina* (auct). Simith-Caballero

Infraphylum: *Angiopermae* 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: *Phoradendron* Nuttall, 1848

(Cepeda, 2011).

Biología

Los muérdagos son plantas que requieren de un hospedero para vivir. Algunas son demasiado específicas y crecen solo 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 las partes aéreas, el sistema endófito puede utilizar los nutrientes del hospedero la cual comprende tres características importantes, infección, polinización y dispersión para sobrevivir años (Scharpf y Hawksworth 1974).

Infección.- La competencia por agua y nutrientes es la explicación más obvia de los efectos que el muérdago tiene en hospedero. La alta transpiración que el muérdago causa reduce los potenciales de agua xilema de las ramas del hospedero, que reducen la fotosíntesis neta del hospedero. La acumulación de solutos osmóticamente activos en los tejidos del muérdago promueve también menor potencial de agua en sus tejidos comparados con el hospedero facilitando la absorción de agua y solutos. Estos solutos pueden disminuir la conductividad hidráulica del xilema de las ramas distales del hospedero en el punto de infección esto puede causar la muerte de la rama, pero el muérdago continua viviendo, drenando agua y nutrientes desde la rama infectada. Las altas concentraciones de minerales en el muérdago demuestran que también son parásitos eficientes de estos nutrientes.

Para comenzar con infección, la semilla debe adherirse a la corteza o 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 (Hawksworth y Scharpf, 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 (Hawksworth y Scharpf, 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 evidente 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, este desarrolla un sistema endófito, que consiste en hebras corticales que corren de forma paralela al córtex y haustorio, y después produce los brotes aéreos (Figura 1) (Mathiasen *et al.*, 2008).



Figura 1. Sistema endofítico de los muérdagos.

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

Dispersión.- La coevolución de los muérdagos con las aves que le 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, esta es regurgitada o excretada, pero la semilla está aun cubierta 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 (Mathiansen *et al.*, 2008).

Graves infestaciones de muérdago que se produce sobre un árbol, las aves son atraídas a estos muérdagos y pueden pasar periodos prolongados alimentándose de las bayas del muérdago (Hawksworth y Scharpf, 1974).

Las 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 la más importante es mediante excretas y regurgitar, porque resulta una dispersión en una área más grande y las semillas son depositadas en las partes superiores de los hospederos (Olsen, 2003).

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 arboles 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 (Figura 2).



Figura 2. Dispersión por Aves

Ciclo de vida del muérdago

Phoradendron tiene un ciclo de vida típico de los muérdagos, caracterizado por la dispersión por las 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 alimentan 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 son aéreos son producidos, inicia la realización de la fotosíntesis de *Phoradendron*, porque este es un hemiparásito, no una simple epífita. 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 debajo 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. El tiempo transcurrido entre la infección y la producción de semillas es típicamente de cuatro a seis años y a veces es mayor. 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 3).

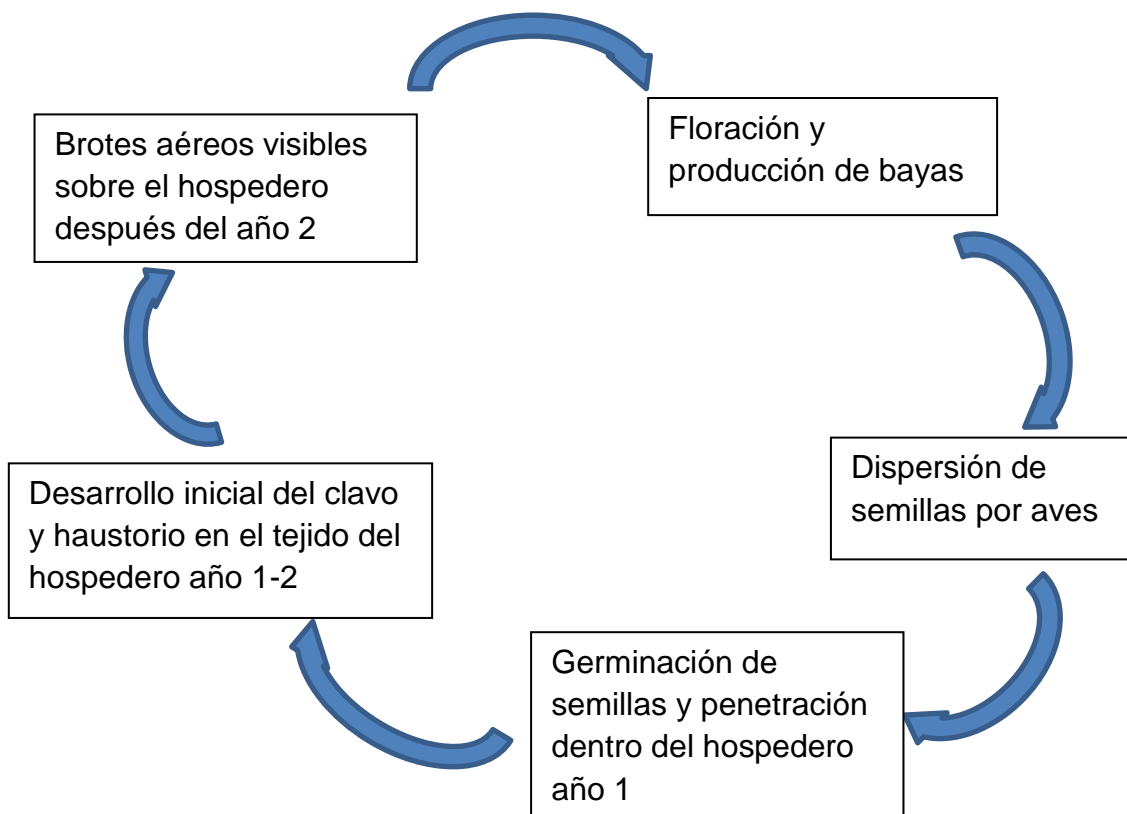


Figura 3. Ciclo de vida del muérdago

Condiciones favorables 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 (Hawksworth, 1980). Las semillas de muchas especies de *Phoradendron* requieren de humedad para la germinación, por lo que la infección ocurre durante periodos lluviosos. Según las investigaciones realizadas hasta el momento, los arboles no presentan ningún mecanismo bioquímico de defensa con el muérdago (Young y Olsen, 2003).

Hospedero

Los muérdagos requieren necesariamente de un hospedero para vivir, atacan principalmente a los arboles de sombra y a los frutales de madera dura, pero también a muchos de los arboles comunes tanto forestales como de plantación por ejemplo, el manzano (*Malus domestica*), cerezo (*Prunus avium*), cítricos (*Citrus spp.*), aguacatero (*Persea americana*), nogal (*Juglans regia*), duraznero (*Prunus persica*), cacao (*Theobroma cacao*) y café (*Coffea spp.*) algunos gimnospermas (Mathiasen *et al.*, 2008).

Fisiología Hospedero-Parásito

Los muérdagos fijan el carbono, pero obtienen la mayor parte de su hospedero, los muérdagos transpiran mucha agua, 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) reporto que *Phoradendron villosum* tiene igual capacidad 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 arboles viejos, en comparación con infecciones en áreas de arbolado joven. Las infecciones de *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 este hospedero 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.

Daños y síntomas causados por el muérdago

Los daños causados por *Phoradendron* no son tan severos como los causados por *Arceuthobium*, 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 de nutrientes y agua (Young y Olsen, 2003 y Mathiasen *et al.*, 2008).

Mathiasen *et al.*, (2008) menciona 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 interrupción 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 nutriente al parásito. En muchos casos la parte distal cae, quedando solo 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 viento (Agrios, 2005).

Otro aspecto es que el ataque del muérdago, es el predispone a los arboles 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 (Hawsworth y Scharpf, 1974).

En cuanto a las tumoraciones señala que son generalmente abultamientos fusiformes que se desarrollan en ramas jóvenes o viejas 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 escobas de bruja o banderas (Hawsworth y Scharpf, 1974).

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 arboles altamente infectados, llegándose a reducirse en un 50% la producción de semilla, como la viabilidad de la misma que llegan a producir los arboles infectados se reduce en un 20% (Vega, 1976).

Vega (1976), menciona 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 las ramas y tronco, para encontrar las capas basales que son las que originan las partes aéreas de este parásito.

Los arboles parasitados por muérdago también presentan menor desarrollo del diámetro en el fuste, así como en altura, follaje reducido y coloración alterada.

Especies reportadas en Saltillo y la Sierra de Arteaga Coahuila

De las nuevas especies reportadas para el estado de Coahuila, solamente dos están presentes en el municipio de Arteaga: *Phoradendron densum* Torr (*P. pauciflorum* Torr., *P. saltillense* Trel.) y *Phoradendron villosum* (Nutt.) Nutt (Villareal, 2001) (Cuadro 2). Zavaleta (2008) menciona además de las especies anteriores, a *P. lanceolatum* dentro del municipio de Arteaga (Cuadro 4).

En estudios realizados por la INIFAP (Campo experimental Saltillo) para hacer un diagnóstico fitosanitario en el estado de Coahuila se muestrearon un total de 25,000 ha, del total de hectáreas muestreadas, 7,000 ha reportaron problemas por muérdago enano del género *Arcethobium* y muérdagos verdaderos del género *Phoradendron*, (Cuadro 5), (Cuadro 3) (Sánchez y Torres, 2005).

Cuadro 2. Géneros y especies reportadas por Villareal, 2001 en Saltillo Coahuila.

Género	Especie
<i>Phoradendron</i>	<i>Pauciflorum</i>
<i>Phoradendron</i>	<i>Saltillense</i>
<i>Phoradendron</i>	<i>Villosum</i>

Cuadro 3. Cuadro de géneros y especies reportadas por Sánchez y Torres 2005 en el campo experimental Saltillo (INIFAP).

Género	Especie
<i>Arceuthobium</i>	<i>vaginatam</i>
<i>Arceuthobium</i>	<i>abietis religiosae</i>
<i>Arceuthobium</i>	<i>douglassi</i>

<i>Phoradendron</i>	<i>boleanum</i>
---------------------	-----------------

Cuadro 4. Genero y especies reportadas en el cañón de los Lirios de la Sierra de Arteaga, Coahuila, México por Zavaleta (2008).

Gènero	Especie
<i>Phoradendron</i>	<i>lanceolatum</i>

Cuadro 5. Géneros y especies reportadas en los Cañones Jame y Los Lirios en la Sierra de Arteaga, Coahuila, México. (García, 2010).

Género	Especie
<i>Phoradendron</i>	<i>densum</i> Torr (1916)
<i>Phoradendron</i>	<i>thomentosum</i> Engelm (1849)
<i>Phoradendron</i>	<i>lanceolatum</i> Engelm (1849)
<i>Phoradendron</i>	<i>hawksorthii</i> Wiens (1979)

Manejo del muérdago

Los muérdagos son manejados en una variedad de perspectiva dependiendo de la naturaleza de este 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).

Debido a la falta de profundización en el conocimiento de todos los factores que influyen en el desarrollo y dispersión del muérdago nos conlleva a que la corta de muérdagos no elimina el problema, pues las especies poseen la capacidad de rebrotar a partir de las raíces, denominadas haustorios, que se encuentran en el interior del hospedero (Mathiasen *et al.*, 2008).

Cuando el arbusto esta insertada en una rama y separada más de 30 cm del tronco, una de las estrategias de control podría ser, la eliminación de matas que estén insertadas en el tronco no tendrá efecto curativo, pues estas rebrotan, a partir del sistema haustorial, en las proximidades de la mata eliminada (Mathiasen *et al.*, 2008).

En aquellos lugares donde la infestación del muérdago sea muy inmensa es indispensable la eliminación del hospedero, procedimiento inmediatamente a elaborar programas de protección que garanticen 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 (Cuadro6) (Mathiasen *et al.*, 2008).

Cuadro 6. Manejo de muérdago según el grado de infección Manual de tratamientos fitosanitarios CONAFOR 2005.

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

Control químico

Trabajos experimentales han demostrado que se pueden utilizar herbicidas derivados del ácido fenoxiacético (2,4D), para el control del muérdago verdadero; esta sustancia es una auxina, que en concentraciones elevadas actúa como un herbicida sistémico (que se absorbe por la raíz y las hojas) cuya acción fundamental es sobre la síntesis de las enzimas. Este producto es muy volátil, por lo que se prefieren las formas de Ester (Marchal, 2009).

La aplicación se debe hacer en primavera y con la dosis de 400 ml por 100 litros de agua; sin embargo, el muérdago rebrota después de pasado 12 meses (varía de acuerdo con la especie de hospedante), por lo que se deben realizar aplicaciones anuales para el buen manejo del parásito.

Control legal

En agosto del 2003 hubo un avance innegable. Después de meses de discusiones, por fin se publicó la Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2002, “Que estable los requisitos y especificaciones técnicas que deben de 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 del 2006 con las siglas NADF-001-RNAT-2006 (Marchal, 2009).

Control biológico

Existen hongos patógenos e insectos herbívoros del muérdago. Pero ninguno ha sido suficientemente estudiado y desarrollado para su uso como control biológico (Hawskworth, 1972).

Existen insectos que se alimentan de estos muérdagos (Burke, 1975) y los hongos que causan enfermedad (Scharpf y Hawksworth, 1966), pero estos aún 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 gloeosporoides* que se causan 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).

Controlo cultural

La eliminación de los brotes del muérdago no elimina al parasito, 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, solo 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 (Marchal, 2009).

de la Paz citado por Marchal (2009) describe que hasta la fecha no hay ningún control químico eficaz contra la planta parásita, y la única forma de controlarlo es eliminándolo de los árboles, una vez al año, las ramas infestadas, de preferencia antes de que aparezca la semilla del muérdago, para evitar su propagación. Sin embargo, tiende reaparecer después de algún

tiempo. En los casos de infestación severa, el único remedio es derribar el árbol.

En aquellos lugares donde la infestación del muérdago sea muy intensa es indispensable la eliminación del hospedero, enfocados en remover aquellos árboles. 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 (Marchal, 2009).

Como plaga forestal

El control del 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 (Hawksworth y Scharpf, 1974).

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

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 30 cm abajo del punto de inserción del muérdago (Agrios, 2005).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Área de Trabajo

El área de estudio donde se colecto los muérdagos se ubican en los municipios de Arteaga y Saltillo, en el estado de Coahuila y en el municipio Santiago Nuevo León en los ejidos de: Los Lirios en la zona surestes de Coahuila, San José de Boquillas al Suroeste de Nuevo León, La Aurora al noreste de Saltillo y en Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la región está delimitada por los paralelos 25°23'14.28"N (Los Lirios), 25°21'50.28"N (San José de Boquillas), 25°26'24.3"N (La Aurora) y 25°21'12.03"N (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro) y los meridianos 100°39'01.34"O (Los Lirios), 100°24'19.15"O (San José), 100°56'15.14"O (La Aurora), 101°01'51.05"O (UAAAN). Se ubican en la providencia de la Sierra Madre Oriental en la subprovincia de la Sierra Plegada que comprende las Sierras de Arteaga y de Nuevo León que es en el cañón de Los Lirios, también en los Ejidos o Comunidades de Saltillo.

Cuadro 7. Municipios donde se colecto los diferentes muérdagos.

Estado	Municipio	Localidad/Sitio	Hospedero	Muérdago
Coahuila	Arteaga	Rancho los Andes (Los Lirios)	Cedro (<i>Cupressus arizonica</i>)	<i>P. densum</i>
Nuevo León	Santiago	San José de las Boquillas	Encino (<i>Quercus saltillensis</i>)	<i>P. lanceolatum</i>
Coahuila	Saltillo	-La Aurora -Buenavista (UAAAN)	Mezquite (<i>Prosopis glandulosa</i>) Nogal (<i>Carya illinoensis</i>)	<i>P. tomentosum</i> <i>P. macrophyllum</i>

La Sierra presenta una altitud máxima de 3600 msnm y una mínima de 2300 msnm y Saltillo a 1600 msnm. La geología superficial de la Sierra la constituyen rocas de origen sedimentario siendo la limolitas de mayor importancia y distribución, en Saltillo es la roca caliza. Los suelos predominantes son litosoles y rendzinas, con texturas de medias a finas y fase física petrocalcálica.

El clima corresponde a las estaciones climáticas de Arteaga, San Antonio de las Alazanas y estación de Saltillo UAAAN Coahuila, respectivamente, y con base a la clasificación de Köppen. La temperatura media es de 13° C en la Sierra, en Saltillo es de 18° C. la precipitación media es de 523.8 mm en la Sierra, en Saltillo 400 mm, con un régimen de lluvias de verano (Mayo a Septiembre).

Las vegetaciones predominantes en las zonas son: el bosque de pino-encino constituido por varias especies de pinos y encinos en proporciones variables, matorrales semidesérticos y pastizales naturales también el oyamel y mezquite.

El trabajo de identificación se realizaron en los Laboratorios de Fitopatología del Departamento de Parasitología y en el Laboratorio de Botánica del Departamento de Botánica de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", situada en los paralelos 25°21'16.98"N y 101°01'58.0519"O (Parasitología), 25°21'18.69"N y 101°01'58.13"O (Botánica) con respecto al meridiano de Greenwich, y una altitud de 1781 msnm.

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 cada especie, se tomó una muestra con su hospedero donde fue encontrado, que se sometieron al proceso de herborización, montaje y etiquetado. De los materiales vegetativos recolectados se observaron características de hoja, tallos, inflorescencia y fruto para identificar a nivel género, por medio de claves taxonómicas según Nuttall 1848, además se tomó en cuenta tipo de hospedero. La identificación a nivel especie, se hizo por las claves taxonómicas de Herickson 1997, y también por el botánico experto para esto, se acudió al herbario de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” con el botánico especialista Dr. José Ángel Villareal Quintanilla, quien corrobora la información nos dio exactamente la especie.

Claves para la identificación de géneros de muérdagos según Nuttall 1848

- 1a.- flores sin cálculo, muy pequeñas.....2
- 2a.- flores solitarias en las axilas de las brácteas; reducida a escamas..... **Arceuthobium**
- 2b.- flores naciendo arriba de las brácteas sobre el eje de la espiga; hojas frecuentemente desarrolladas con semillas dispersadas por aves parasitadas en enebro, cipres, cedro, abeto y nogal.....
Phoradendron
- 3c.- flores con calículo, generalmente grandes.....3
- 2c.- flores pequeñas, menos de 1 cm de largo..... **Psittacanthus**
- 4d.- flores sésiles, pediceladas, rodeadas, de un involucre de brácteas o perianto de 4 mm de largo **Struthantus**

5e.- Flores pediceladas, nunca rodeadas de un involucro de brácteas o perianto de 4 mm de largo..... **Cladocolea**

Herickson 1997

Arbusto de 70 cm de altura, tallos leñosos al llegar a la madurez con escamas pubescentes, los entrenudos son de 5 mm de largo y de 2-3 mm de ancho. Las hojas por lo general son oblanceoladas, sésiles y en la punta obtusa, sus ramificaciones más abierta.....**P. densum.**

Arbusto de 50 cm de altura, entrenudos de 22 mm de largo, 2-3 mm de diámetro opuestos a lo largo, 5mm por encima del ganglio basal, hojas lanceoladas lineal o elíptica lineal, a menudo ligeramente encorvadas de 8 cm de largo y 14 mm de ancho, cuneadas en la base con 3 venas en la base.....**P. lanceolatum.**

Arbusto por lo general de 50 a 100 cm de altura, plantas pubescentes moderadamente sobre todo en las partes más jóvenes, entre nudos de 20 mm de largo, 2-3 mm de diámetro, hojas ovaladas a elípticas.....**P. tomentosum.**

Arbusto 1 m de altura, entre nudos largos de 3mm de ancho. **P. macrophyllum**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de Especies de *Phoradendron* y sus Hospederos

Los muérdagos recolectado en cada área de estudio, se ubican en el género *Phoradendron*, se determinaron 4 especies: *Phoradendron densum* Torr (1916), *Phoradendron lanceolatum* Engelm (1849), *Phoradendron tomentosum* (DC) Engelm (1849) y *Phoradendron macrophyllum* Engelm. De estas especies, en el cañón de Los Lirios se encontró *P. densum*, en la Sierra de San José de las Boquillas se recolecto *P. lanceolatum*, en La Aurora, Saltillo, se encontró la tercera especie *P.tomentosum* y en Buenavista Saltillo (UAAAN) obtuvimos la cuarta especie *P. macrophyllum* la cual encontramos en sus hospederos (Cuadro7).

Cuadro 8. Muérdagos *Phoradendron* y sus hospederos identificados en diferentes localidades, UAAAN 2016.

Especie de muérdago	Hospedero	Muestreo
<i>Phoradendron densum</i> Torr	Cedro <i>Cupressus arizonica</i> Green	Cañón de Los Lirios
<i>Phoradendron lanceolatum</i> Engelm	Encino <i>Quercus saltillensis</i> Trel	San José de las Boquillas, N.L.
<i>Phoradendron tomentosum</i> (DC) Engelm	Mezquite <i>Prosopis glandulosa</i> Torrey	La Aurora, Saltillo
<i>Phoradendron macrophyllum</i> Engelm	Nuez <i>Carya illinoensis</i> (Wangenh) K. Koch	Buenavista, Saltillo (UAAAN)

En la especie *Phoradendron densum* Torr. la encontramos en el hospedero de cedro *Cupressus arizonica* Green. en el cañón de Los Lirios, en el Rancho Los Andes, Ejido el Tunal, Municipio de Arteaga, Saltillo Coahuila. Sus características del muérdago son; un arbusto de 70 cm de altura, tallos leñosos al llegar a la madurez con escamas pubescentes, los entrenudos son de 5 mm de largo y de 2-3 mm de ancho. Las hojas por lo general son oblanceoladas, sésiles y en la punta obtusa, sus ramificaciones más abierta,

por esas características se identificó esta especie que después nos ayudó el Dr. José Ángel Villareal Quintanilla a corroborar que en realidad si es la especie.

La especie *Phoradendron lanceolatum* Engelm. la encontramos en el hospedero del encino *Quercus saltillensis* Trel. en la comunidad de San José de las Boquillas en el Estado de Nuevo León. Sus características del muérdago son: arbusto de 50 cm de altura, entrenudos de 22 mm de largo, 2-3 mm de diámetro opuestos a lo largo, 5mm por encima del ganglio basal, hojas lanceoladas lineal o elíptica lineal, a menudo ligeramente encorvadas de 8 cm de largo y 14 mm de ancho, cuneadas en la base con 3 venas en la base. Esa características fueron las que nos ayudó a identificar la especie y después con la ayuda del Dr. José Ángel Villareal Quintanilla fue quien nos corrobora que si era la especie.

La tercera especie fue *Phoradendron tomentosum* Engelm. la encontramos en el hospedero del mezquite *Prosopis glandulosa* Torrey. en la Colonia La Aurora, Municipio de Saltillo, Coahuila. Presenta las siguientes características el muérdago: arbusto por lo general de 50 a 100 cm de altura, plantas pubescentes moderadamente sobre todo en las partes más jóvenes, entre nudos de 20 mm de largo, 2-3 mm de diámetro, hojas ovaladas a elípticas. Estas características fueron las que nos ayudaron a identificar la especie que después nos ayudó a corroborar el Dr. José Ángel Villareal Quintanilla.

La cuarta especie es *Phoradendron macrophyllum* Engelm. que la encontramos en el hospedero del nogal *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch. en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Municipio de Saltillo, Coahuila. Las características del muérdago son: arbusto de 1 m de altura, entre nudos largos de 3 mm de ancho. Con estas características fue que nos ayudamos a identificar la especie y después fuimos con el Dr. José Ángel Villareal Quintanilla quien nos corrobora que si era la especie antes mencionada.

CONCLUSION

Se identificó para *Cupressus arizonica* Green. *Phoradenron densum*, en *Quercus saltillensis* Trel. *Phoradendron lanceolatum*, en *Prosopis glandulosa* Torrey. *Phoradendron tomentosum* y en *Carya illinoensis* (Whangenh) K. Koch. *Phoradendron macrophyllum*.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 2005. Plant pathology. 5^o Edition. Elsevier Academic Press. San Diego, CA. USA. Pp 921.
- Brands, S. J. (comp) 1989-2007. Systema naturae 2000. The Taxonomicon. Universal taxonomic services, Amsterdam, The Netherlands. <http://www.zipcodezco.com/plants./P/Phoradendron.asp#top>.
- Burke, H. R. 1975. A new species of Smilcraulax from México, with key to species of the genus (Coleoptera: Curculionidae). Entomological News. 86: 167-171 p.
- Cepeda P. G., 2011. Identificación, Incidencia y Severidad del Muérdago *Phoradendron spp.* En la Sierra de Arteaga, Coahuila. Posición taxonómica. 12-13 pp.
- Chazaro, B., Huerta, M.F.M., Patiño, B.R.M., Sánchez, F.R., Lomelí, M.E., Flores, M.A. 1992. Los muérdagos (Loranthaceae) de Jalisco, parásitas poco conocidas. Ciencia y Desarrollo. 17(102):70-86.
- CONAFOR. 2005. Manual de Tratamientos Fitosanitarios.
- García L. 2010. Identificación, Incidencia y Severidad del Muérdago *Phoradendron* sobre *Quercus spp.* y *Juniperus spp.* en los Cañones Jame y Los Lirios de la Sierra de Arteaga, Coahuila. 23-25.
- Geils, Brian W.; Cibrian Tovar, Jose; Moody, Benjamin, tech. cords. 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 p.
- Geils, B. W., Vázquez C.L., 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.

- Hawksworth, F. G. 1980. Los Muérdagos enanos (*Arceuthobium*) y su importancia en la silvicultura de México. Memoria 1 simposio Nacional sobre Parasitología Forestal, Uruapan, Mich. Ed. Sec. Mex. De Entomología.
- Herickson j. 1997. A Flora of the Chihuahua Desert Region. 770-774 pp.
- Hollinger, D. Y. 1983. Photosynthesis and wáter relations of the mistletoe, *Phoradendron villosum*, and its host, the California valley oak, *Quercus lobata*. Oecologia. Springer- Verlag 198,3 60.396.P1.
- INIFAP.2007. Principales Plantas Parasitas y Epifitas e Insectos que Afectan a los Bosques de Coníferas del Estado de Nuevo León. Folleto Técnico Núm. 36. Pp. 2,3 y 11.
- INIFAP. 2008. CONÍFERAS. Sistemas de información geográfica del estado fitosanitario de los bosques de Coahuila <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1099/269.pdf?sequence=1>.
- Kuijt, J. 1969. The Biology of Parasitic Flowering Plants. University of California Press, Berkeley, CA.
- Kuijt, J. 2003. "Monograph of *Phoradendron* (Viscaceae)" The American Society of Plant Taxonomists. Systematic Botany Monographs, Vol. 66. 316-324.
- Marchal, V. D. 2009. El muérdago en la República Mexicana. Árbol AMA (Asociación Mexica 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. Introduccion to Parasitic Flowering Plants. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2004-0330-01.
- Oliva R. H., Landero T. I. y Murguía G. J. 2011. Plantas parasitas: diversidad y hospederos de las familias *Larantaceae* y *Viscaceae*. Sección III. Diversidad de Especies. Pp. 149 – 15.

- Olsen, M. W. 2003. True Mistletoes. The University of Arizona. Cooperative Extension. Publication AZ 1308. 1-3 pp.
- Robinson, Donald C. E. and Gails, Brian. 2006. Modeling dwarf mistletoe at three scales: life history, ballistics and contagion. *Ecological modeling* 199: 23-38 p.
- Sánchez S., J. A. y L. M. Torres E. 2005. Inventario georreferenciado del estado parasitológico de los bosques de Coahuila. Informe Técnico Inédito. Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP. 209 p.
- 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.
- SEMARNAT. 2009. Modulo de Consulta Temática. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional Forestal, Gerencia de Sanidad Forestal. México D. F.
- Simpson, M.G.2006. Plant Systematics. Elsevier Press. Canadá. 249.
- 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.
- Villareal, J. A. 2001. Listados florísticos de México. XXIII Flora de Coahuila. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 137p.
- 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. p7.
- Young, D., Olsen, M. W. 2003. True Mistletoes. The University of Arizona Cooperative Extension. Publication AZ1308. Pp3.

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

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. 51p.

