



# MEMORIAS DEL FORO NACIONAL: LAS PLANTAS PARÁSITAS EN MÉXICO

mmcs

UNIDAD DE CONGRESOS  
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, CAMPUS MONTECILLO,  
ESTADO DE MÉXICO.

10 Y 11 DE OCTUBRE DE 2016.

COMPILACIÓN Y EDICIÓN:  
Dionicio Alvarado Rosales  
Luz de Lourdes Saavedra Romero



# MEMORIAS DEL FORO NACIONAL: LAS PLANTAS PARÁSITAS EN MÉXICO

UNIDAD DE CONGRESOS  
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, CAMPUS MONTECILLO,  
EDO. DE MÉXICO.

10 Y 11 DE OCTUBRE DE 2016



**Líder de la Línea de investigación de Plantas Parásitas:  
Dionicio Alvarado Rosales.**

**Compilación y edición:  
Dionicio Alvarado Rosales y Luz de Lourdes Saavedra Romero.**

**Colegio de Postgraduados  
Campus Montecillo  
Km. 36.5 Carr. México-Texcoco  
Montecillo, Texcoco, Estado de México  
CP. 56230.**

**Ilustración de portada: *Arceuthobium durangense*.  
Mauricio Méndez S.**



## CONTENIDO

	Pág.
LA INVESTIGACIÓN SOBRE PLANTAS PARÁSITAS EN MÉXICO..... <i>Dionicio Alvarado Rosales y Luz de Lourdes Saavedra Romero.</i>	6
PLANTAS PARÁSITAS EN DURANGO Y SUS PERSPECTIVAS..... <i>Sergio Quiñonez Barraza, Socorro González Elizondo y Robert L. Mathiasen.</i>	15
HONGOS ASOCIADOS A <i>Arceuthobium</i> spp., Y SU PAPEL COMO BIOCONTROLADORES..... <i>Sergio Hernández Pablo, Dionicio Alvarado Rosales, Victoria Ayala Escobar, Alejandro Pérez Panduro, Silvia Edith García Díaz y Edgar Humberto Nieto López.</i>	19
DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y CONTROL DE LOS MUÉRDAGOS EN MÉXICO..... <i>Abel Plascencia González, Carlos Magallón Morineau y Osyel Rivera Ayala.</i>	24
LAS PLANTAS PARÁSITAS EN LOS BOSQUES DE OAXACA Y SU MANEJO..... <i>Juan Cruz Avilés e Idalia Fabiola Lázaro López.</i>	30
UNA NUEVA OPCIÓN EN EL CONTROL DE PLANTAS PARÁSITAS..... <i>Gustavo López Mendoza.</i>	35
DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y CONTROL DE PLANTAS PARÁSITAS DE LAS ÁREAS URBANAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO..... <i>Ma. Teresa Cantoral Herrera, Ma. Teresa Patiño Herrera e Isidro Recillas Silva.</i>	42
EL CONTROL DE PLANTAS PARÁSITAS EN LOS BOSQUES DE LA CIUDAD DE MÉXICO..... <i>Diego David Reygadas Prado.</i>	47
EL USO MEDICINAL DE LOS MUÉRDAGOS VERDADEROS DE ARBOLADO URBANO..... <i>Josefina Herrera Santoyo.</i>	53

## LA INVESTIGACIÓN SOBRE PLANTAS PARÁSITAS EN MÉXICO

Dionicio Alvarado Rosales<sup>1</sup> y Luz de Lourdes Saavedra Romero<sup>2</sup>

### Introducción

Por años, las plantas parásitas han ocupado el interés público (religioso y mítico) y científico, en este sentido, se estudian sus efectos en especies forestales económica y ambientalmente importantes en diversas partes del mundo. A pesar de que poseen pigmentos fotosensibles, este tipo de plantas han desarrollado hábitos parasitarios, por lo que dependen parcial o completamente de su hospedante para satisfacer sus demandas de soporte físico, carbohidratos, agua y sales minerales, a través de sus haustorios (raíces modificadas); esta unión, origina alteraciones variadas (fisiológicas, metabólicas y morfológicas), y dependiendo el grado de infección que provoquen en el hospedante, le pueden ocasionar la muerte.

Las últimas investigaciones indican que existen 4,100 especies de angiospermas parásitas, con un amplio rango de hospedantes, formas, tallas y estrategias de vida, mismas que se distribuyen en 19 familias y 227 géneros (Bell y Adams, 2011), lo cual sugiere que el parasitismo ha evolucionado de forma independiente en numerosas ocasiones (Westwood *et al.*, 2010). Las plantas parásitas se pueden encontrar en los ecosistemas más importantes del mundo, de la tundra a los desiertos, y de la sabana a los bosques templados y selvas (Press y Phoenix, 2005), con dos grupos importantes: 1] Las parásitas de tronco y partes aéreas que representan el 40% de las especies, y 2] Las que atacan raíces que incluyen al 60% (Musselman y Press, 1995).

Los muérdagos son un grupo taxonómicamente diverso de plantas parásitas perennes, distribuidos en cuatro familias: Loranthaceae, Viscaceae, Misodendraceae y Eremolepidaceae (Restrepo *et al.*, 2002; Aeukema, 2003) y 1300 especies, aproximadamente. Su grado de dependencia varía enormemente entre géneros;

<sup>1,2</sup> Programa de Fitosanidad-Fitopatología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. [dionicio@colpos.mx](mailto:dionicio@colpos.mx)

algunas, son específicas, como el género *Arceuthobium* (muérdago enano), con sus 23 taxa representados en México que parasitan la subdivisión Gimnospermae (Hawksworth *et al.*, 2002), mientras que *Viscum album* L., (muérdago europeo) y sus cuatro subespecies parasitan cerca de 450 especies de 96 géneros y 44 familias (Barney *et al.*, 1998). La diferencia en el tamaño de sus brotes aéreos, incluye a especies tan pequeñas como el muérdago enano, *Arceuthobium minutissimum* Hook (<4mm), hasta los de mayor talla como *V. album* con diámetros hasta de un metro (Glatzel y Geils, 2009). De acuerdo con Zweifel *et al.*, (2012) todos los muérdagos son hemiparásitos, sin embargo, existe controversia respecto a algunos géneros, tal es el caso de los muérdagos enanos ya que algunos autores los califican como heterotróficos obligados y otros como heterotróficos parciales (hemiparásitos) (Fisher, 1983; Lamont, 1983).

Los mecanismos de dispersión de los muérdagos son diversos: dispersión zoocora (*dispersión por aves*), típica de la familia Loranthaceae; anemocora (*dispersión por viento*), en la familia Misodendraceae y por explosión hidráulica o balistosporia como en el caso de Viscaceae (*Arceuthobium*, únicamente (Hawksworth y Wiens, 1996; Glatzel y Geils, 2009).

A la fecha, los estudios de plantas parásitas a nivel mundial son numerosos, pero en México se han seguido distintas vertientes en el ámbito científico, con estudios pioneros como los de Gibson y Salinas (1985), hasta otros recientes que reportan resultados sobresalientes en las siguientes líneas de investigación:

**Impacto.** Los muérdagos, han ocasionado grandes pérdidas en bosques naturales, según Vázquez y Cibrián (1996), los géneros *Arceuthobium* y *Phoradendron* han cobrado pérdidas por más de dos millones de metros cúbicos de madera en nuestro país. En otros estudios, Alvarado y colaboradores (2013, 2014, 2016), reportan porcentajes de incidencia para muérdagos enanos y verdaderos en coníferas y latifoliadas sobre 7237 conglomerados evaluados por el inventario Nacional Forestal y de Suelos de nuestro país (**Cuadro 1**).

En otro escenario, el urbano, *Cladocolea loniceroides* Van Tieghem (Alvarado y Saavedra, 2005) y *Struthanthus* spp. (Alvarado *et al.*, 2010; De la Paz *et al.*, 2006) parasitan al menos 15 especies arbóreas (ornamentales y frutales) en la Ciudad de México; en Xochimilco, por ejemplo, se encontró a *C. loniceroides* parasitando 6,829

árboles de *Salix bonplandiana*, de los cuales el 36% (2,462 árboles) se encontraron muertos por los altos niveles de infección (Alvarado y Saavedra, 2005).

**Cuadro 1.** Impacto de los principales géneros de plantas parásitas en especies forestales de México en la Remedición Nacional 2012, y Nacional y Estatal 2013-2014 (Alvarado *et al.*, 2013, 2014, 2016).

Año de Remedición	Número de conglomerados (total de árboles evaluados)	Subdivisión del hospedante	Número de árboles Infectados	Género de muérdago	% de incidencia
2012 (Nacional)	3305 (250,489)	Gymnospermae	15,494	<i>Arceuthobium</i>	1.16
				<i>Phoradendron</i>	0.77
				<i>Struthanthus</i>	0.29
				Otros	2.91
	2489 (95,942)	Angiospermae	66,149	<i>Struthanthus</i>	0.36
				<i>Phoradendron</i>	1.78
				Otros	3.3
				<i>Arceuthobium</i>	2.85
2013 (Nacional y Estatal)	2489 (95,942)	Gymnospermae	3,684	<i>Phoradendron</i>	0.38
				<i>Psittacanthus</i>	0.35
				Otros	0.24
		Angiospermae	16,889	<i>Struthanthus</i>	0.4
				<i>Phoradendron</i>	1.3
				<i>Psittacanthus</i>	0.3
				Otros	0.6
2014 (Nacional y Estatal)	1443 (88,162)	Gymnospermae	2,597	<i>Arceuthobium</i>	1.50
				<i>Phoradendron</i>	0.46
				<i>Psittacanthus</i>	0.19
				<i>Struthanthus</i>	0.08
	21,066	Angiospermae	21,066	Otros	0.77
				<i>Struthanthus</i>	0.20
				<i>Phoradendron</i>	10.3
				<i>Psittacanthus</i>	0.29
				Otros	0.70

En el 2010, Alvarado y colaboradores, estimaron los porcentajes de infección por muérdago en 4966 árboles de 12 áreas verdes urbanas de la Ciudad de México (de siete delegaciones). Las especies arbóreas más afectadas fueron *Populus*, *Ligustrum* y *Ulmus*, con incidencias de 61.44% (1251 árboles) infectados por *Struthanthus* y 38.55% (785 árboles) infectados por *Cladocolea*. Por su incidencia y niveles de infección, en ese año, las áreas verdes más afectadas fueron la Alameda Norte y Sur.

**Contribución a los ciclos biológicos.** Aunque pocos los estudios en esta línea, destacan los realizados con *C. loniceroides* por Cárdenas (2014) y Alvarado y Saavedra (2005); a partir de inoculaciones *in situ* se observó que el embrión de esta parásita desarrolla un cuello largo a los 7 días, a los 14 forma el disco basal y a los 28 inicia la formación del haustorio; entre los 42 y 49 días se observan los cotiledones y después de 80 días se observan las primeras hojas verdaderas. En el caso de *Struthanthus interruptus*, las fases del ciclo fueron similares a *C. loniceroides*, con la diferencia de que la aparición de hojas verdaderas se presentó después de 60 días (Cárdenas, 2014).

**Estudios histopatológicos.** Para la especie *Cladocolea loniceroides* Van Tieghem se ha corroborado que la forma del haustorio tiene una forma de cuña con ausencia de haustorios secundarios (Saavedra *et al.*, 2003). En *Struthanthus quercicola* (Schltdl. Cham.), De la Paz *et al.*, (2006) concluye que una vez que la semilla germina, la planta desarrolla brotes epicorticales que crecen superficialmente siguiendo la forma de las ramas. Posteriormente, se desarrolla el haustorio, el cual va creciendo a través de tejidos primarios y secundarios del hospedante, separando la corteza externa, el córtex, el floema, hasta llegar al xilema.

**Estrategias de manejo y control de muérdagos.** Existen alternativas de control en las que se tiene mayor conocimiento y que pueden proveer métodos efectivos para reducir del impacto de plantas parásitas. Los métodos de control más empleados a la fecha, incluyen:

**1] Control cultural.** La eliminación periódica de brotes de muérdago, la poda de ramas infectadas y remoción de árboles severamente infectados han sido las prácticas más comunes de manejo (Kuijt, 1969; Hawksworth, 1983), desafortunadamente, el costo de estas actividades es alto y solo se justifica en áreas recreativas, urbanas y en árboles de gran valor (Vázquez *et al.*, 2006). La remoción de los brotes del hospedante no elimina la infección pero reduce su reproducción e incrementa el vigor del hospedante; aunque algunos muérdagos rebrotan a partir de su sistema haustorial varios años después (Kuijt, 1969; Geils *et al.*, 2002; Vázquez *et al.*, 2006; Mathiasen *et al.*, 2008).

**2] Control biológico.** A pesar de que existen microorganismos (hongos patógenos) e insectos que se alimentan y desarrollan sobre distintas especies de muérdagos, estos

no se han estudiado lo suficiente para ser empleados como agentes de control efectivos. El reto para ser utilizados, es asegurar la muerte de la planta parásita, ya que el sistema endofítico puede sobrevivir a pesar de la eliminación de los brotes aéreos, incluso si la eliminación se lleva a cabo repetidamente (Shamoun y DeWald, 2002; Shamoun *et al.*, 2003). Entre los primeros estudios al respecto, destacan los de Vázquez y colaboradores (1986), quienes aislaron de *Psittacanthus* a los hongos *Fumago*, *Ceratocystis* y *Alternaria*, induciendo éste último, síntomas como manchas foliares y tizones en ramas jóvenes, y durante períodos húmedos lesiones concéntricas oscuras, llevando a una necrosis extensiva en brotes y hojas. *Fumago* por su parte ocasionó tizones y fumaginas en hojas de la parásita, mientras que *Ceratocystis*, originó el mayor daño, debido a ello, se calificó como un buen prospecto de control biológico.

En *Psittacanthus*, también se han identificado escamas del orden Homóptera como *Saccharicoccus* sp., *Gascardia* sp., *Aenidomytilus* sp., *Coccus* sp. y el áfido *Macrosiphum* sp., los cuales se alimentan de savia y pueden parasitar hojas, ramas, flores y frutos, causando enanismo y la muerte de las plantas cuando la infección es severa (Vázquez *et al.*, 1986).

Por otra parte, Hernández (2015) identificó microorganismos asociados a *Arceuthobium globosum* subsp. *grandicaule*, *A. vaginatum* subsp. *vaginatum* y *A. abietis-religiosae* con síntomas de marchitez y necrosis en tallo y fruto, con potencial para causar enfermedad en la planta parásita, entre ellos: *Alternaria* sp., *Epicoccum* spp., y *Phoma* spp, reporta también, que *Fusarium solani* induce marchitez y necrosis en *Arceuthobium*.

En la misma línea, Alvarado *et al.*, (2010) determinaron microorganismos asociados a síntomas de necrosis en follaje, frutos, brotes y ramillas de dos especies de muérdagos verdaderos, *Cladocolea* y *Struthanthus*. Seis géneros de hongos anamórficos fueron identificados, entre ellos *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Pestalotia*, *Phoma* y *Trichoderma*, y una roya, identificada como *Uromyces dactylidis* y por primera vez se identifica a un fitoplasma causando daño en el muérdago. A través de pruebas de patogenicidad *in vitro*, se observó que *Alternaria* y *Pestalotia* causaron mayor necrosis foliar y defoliación en ambos géneros de muérdago.

**3] Control químico.** La elección de un herbicida adecuado para el control de muérdagos ha sido el principal objetivo, aunque por décadas difíciles de alcanzar, pues el principal reto es desarrollar productos químicos de fácil aplicación, que logre la muerte del muérdago sin provocar fitotoxicidad al hospedante o especies aledañas. Otra estrategia, es promover la abscisión de brotes, a manera que reduzca los niveles de infección y retrase la dispersión (Shamoun y DeWald, 2002). El control químico ha incluido numerosos herbicidas aplicados por inyección al tronco, aspersión directa a la planta parásita y aspersión a los muñones como tratamiento complementario a la poda. El químico más empleado a la fecha en México, ha sido el etefón (2,4-D), producto promisorio en el manejo y control de *Arceuthobium* y *Phoradendron*, según Shamoun y DeWald (2002). Como regulador de crecimiento, este químico libera etileno acelerando la maduración de la planta y promoviendo la abscisión de brotes (Adams *et al.*, 1993; Hoffman, 2004). Los árboles de alto valor en sitios de recreación, residencial o comercial podrían beneficiarse de las aplicaciones para controlar la dispersión de muérdago (Hoffman, 2004).

El uso de 2,4-D en muérdagos del género *Psittacanthus* también ha demostrado tener resultados favorables. En árboles de *Pinus leiophylla* parasitados por *P. calyculatus* y *P. americanus* se analizó el efecto de la aspersión de los herbicidas Karmex (Diurón), Esterón 47M (2,4-D), Gramoxone (paraquat) y Fitoamina (2,4-D), observándose que ningún producto fue fitotóxico para el hospedante (excepto Gramoxone), mientras que Esterón (2,4-D), ocasionó la defoliación completa de la planta (Vázquez *et al.*, 1986).

En arbolado urbano de la Ciudad de México, Cibrián *et al.* (2010) realizaron un ensayo con diferentes reguladores de crecimiento para el control químico de *Cladocolea diversifolia* en *Casuarina*, *Cupressus*, *Eucalyptus*, *Ficus*, *Fraxinus*, *Jacaranda*, *Ligustrum*, *Populus*, *Prunus* y *Schinus*. Los reguladores utilizados fueron paclobutrazol, etefón, ácido naftalenacético, ácido abscísico y muérdago killer inyectable (MKI), de los cuales los tratamientos con etefón y Mezcla MKI en dosis altas provocaron la mayor mortalidad de los brotes evaluados.

**3] Manejo silvícola.** Son pocas las opciones en este sentido, pero algunas de las prácticas más comunes incluyen podas, cortas de saneamiento, cortas intermedias, árboles padre y matarrasa (Muir y Geils, 2002; Vázquez *et al.*, 2006); en rodales con manejo infectados por *Arceuthobium* spp., se debe evitar dejar árboles padre con

infecciones de copa y se recomienda remover los árboles con grados de infección 5 y 6 (Cibrián *et al.*, 2007). El uso del fuego ha sido otra práctica empleada como alternativa a las podas (Muir y Geils, 2002).

### Literatura citada

- Adams, D. H., S. J. Frankel, and J. M. Lichter. 1993. Considerations when using ethephon for suppressing dwarf and leafy mistletoe infestations in ornamental landscapes. *Journal of Arboriculture*. 19(6): 351-357.
- Aeukema, J.E. 2003. Vectors, viscin, and Viscaceae: Mistletoes as parasites, mutualistas, and resources. *Front. Ecol. Environ.* 1(3):212-219.
- Alvarado, R.D., Saavedra, R.L.L., y Y. Franco I. 2016. Análisis de la información obtenida en el remuestreo nacional y estatal 2014 del INFyS de los indicadores de la condición de salud de los bosques y selvas en 16 entidades federativas de México. Informe técnico. Comisión Nacional Forestal. México. 153 p.
- Alvarado, R.D., Saavedra, R.L.L., y Y. Franco I. 2016. Análisis de la información obtenida en el remuestreo nacional y estatal 2013 del INFyS de los indicadores de la condición de salud de los bosques y selvas en 14 entidades federativas de México. Informe técnico. Comisión Nacional Forestal. México. 259 p.
- Alvarado, R.D., Saavedra, R.L.L., Almaraz, S.A., y A. Hernández M. 2010. Impacto del muérdago en el arbolado del Distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente y Colegio de Postgraduados. Informe Técnico. 81 p.
- Alvarado, R.D., Saavedra, R.L.L., Almaraz, S.A., y A. Hernández M. 2010. Determinación taxonómica de los hongos presentes en las diferentes especies de muérdago. Secretaría del Medio Ambiente y Colegio de Postgraduados. Informe Técnico. 25 p.
- Alvarado, R.D., y L. de L. Saavedra R. 2005. El género *Cladocolea* (Loranthaceae) en México: muérdago verdadero o injerto. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 11(1):5-9.
- Bell, T.L. and M.A. Adams. 2011. Attack on all fronts: functional relationships between aerial and root parasitic plants and their woody hosts and consequences for ecosystems. *Tree Physiology* 31:3-15.
- Cárdena, S. V. 2014. Alternativas de control para el manejo de *Cladocolea loniceroides* (Van Tiegh) Kuijt y *Struthanthus interruptus* (Kunth) Blume presentes en la zona urbana del Distrito Federal. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco Edo. de México. 145 p.
- Cibrián T., D., V. D. Cibrián Ll., D. G. Ruiz F., A. F. Burke R., U. M. Barrera R., H. C. Álvarez S. y J. M. Cadena B. 2010. Uso de plaguicidas con base en reguladores del crecimiento para el control de muérdago en arbolado urbano. *In: Manejo del arbolado urbano infestado por muérdago y otros agentes que afectan su salud en el Distrito Federal*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 106 p.

- Contreras, R. C. 2016. Alternativas de control biológico y químico del muérdago verdadero *Struthanthus interruptus* (Kunth) G. Don. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco Edo. de México. 73 p.
- De la Paz, O.C., Ceja, R.J., y G. Vela R. 2006. Árboles y muérdagos: una relación que mata. Contactos. Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería 59:28-34.
- Fisher, J.K. 1983. Water relations of mistletoes and their hosts. In: The biology of mistletoes. Calde M., Bernhardt P. (eds.). Academic Press, Sydney. pp. 161-184.
- Gibson, I.A.S., y R. Salinas Q. 1985. Notas sobre enfermedades forestales y su manejo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos. Boletín Técnico 106. 196 p.
- Glatzel, G., and B.W. Geils. 2009. Mistletoe ecophysiology: host-parasite interactions. Botany 87:10-15.
- Hawksworth, F.G., Wiens, D., and B.W. Geils. 2002. *Arceuthobium* in North America. In: Mistletoes of North American Conifers. Geils et al., (Tech. cords.). Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-98. Ogden, UT:U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research. p. 29-56.
- Hawksworth, F. G. 1983. Mistletoes as forest parasites. In: The Biology of Mistletoes. Calder, M. and P. Bernhardt (eds.). Academic Press. Australia. pp: 317-333.
- Hernández, P. S. 2015. Búsqueda de agentes de control biológico en muérdago del género *Arceuthobium*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco Edo. de México. 100 p.
- Hoffman, J. T. 2004. Management guide for dwarf mistletoe *Arceuthobium* spp. Forest Health Protection and State Forestry Organizations. 14 p.
- INFyS (Inventario Nacional Forestal y de Suelos). 2012. Informe de resultados 2004-2009. Comisión Nacional Forestal. México. 173 p.
- Kuijt, J. 1969. The biology of parasitic flowering plants. University of California Press. Los Angeles, CA. USA. 246 p.
- Lamont, B. 1983. Mineral nutrition of mistletoes. In: The biology of mistletoes. Calde M., Bernhardt P. (eds.). Academic Press, Sydney. pp. 185-203.
- Mathiasen, R. L., D. L. Nickrent, D. C. Shaw, and D. M. Watson. 2008. Mistletoes: pathology, systematics, ecology, and management. Plant Disease. 92(7): 988-1006.
- Muir, J.A., and B.W. Geils. 2002. Management strategies for dwarf mistletoe: silviculture. In: Mistletoes of North American Conifers. Geils, B. W., Cibrián T., J. and B. Moody (eds.). Forest Service, U. S. Department of Agriculture, U. S. A., Sanidad Forestal, SEMARNAT, Mexico, Canadian Forest Service, Department of Natural Resources Canada. Fort Collins, CO, U.S.A. p. 83-94.
- Musselman, L.J., AND M.C. Press. 1995. Introduction to parasitic plants. In: Parasitic flowering plants. M.C. Press and J.D. Graves (Eds.). Chapman and Hall, London, p. 1-13.
- Press, M.C. and G.K. Phoenix. 2005. Impacts of parasitic plants on natural communities. New Phytol. 166:737-751. 12.

- Shamoun, S. F., T. D. Ramsfield, and B. J. van der Kamp. 2003. Biological control approach for management of dwarf mistletoes. *New Zealand Journal of Forestry Science*. 33(3): 373-384.
- Shamoun, S. F. and L. E. DeWald. 2002. Management strategies for dwarf mistletoes: biological, chemical, and genetic approaches. In: *Mistletoes of North American Conifers*. Geils, B. W., J. Cibrián T., and B. Moody (coords.). Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-98. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. pp: 75-82.
- Vázquez-Collazo, I., Villa-Rodríguez, A., y S. Madrigal-Huendo. 2006. Los muérdagos (Loranthaceae) en Michoacán. Libro Técnico No. 2. División Forestal. Uruapan Michoacán.
- Vázquez C., I., R. Pérez C. y R. Pérez C. 1986. Control químico del muérdago verdadero (*Psittacanthus* sp.) en la Sierra Purépecha (Meseta Tarasca). *Ciencia Forestal*. 11(59): 106-126.
- Westwood, J. H., Yoder J. I., Timko, M. P., and C. W. dePamphilis. 2010. The evolution of parasitism in plants. *Trends in Plants Science* 15(4):227-235.
- Zweifel, R., Bangerter, S., Rigling, A., and F. J. Sterck. 2012. Pine and mistletoes: how to live with a leak in the water flow and storage system? *Journal of Experimental Botany* 20:1-14.

## PLANTAS PARÁSITAS EN DURANGO Y SUS PERSPECTIVAS

Sergio Quiñonez Barraza<sup>3</sup>, Socorro González Elizondo<sup>4</sup> y Robert L. Mathiasen<sup>5</sup>

### Introducción

Los muérdagos enanos (*Arceuthobium* spp., Viscaceae) se consideran entre los patógenos más serios de coníferas (Hawksworth, 1991), por los efectos que causan en árboles. Sin embargo, a pesar de que el daño que producen a sus hospederos es fuerte y que en el país su distribución es amplia, se desconoce con exactitud la superficie real infestada, así como el grado de infección de la misma, razón por la cual se deben llevar a cabo inventarios prescriptivos en los rodales enfermos con este parásito (Vázquez y Cibrián, 1996).

Es común la creencia que los daños provocados por insectos e incendios son más devastadores que las enfermedades debido a que sus efectos son rápidos y espectaculares, mientras que el efecto provocado por enfermedades no es visible de inmediato y en muchas ocasiones pasa inadvertido cuando no se cuenta con personal capacitado para su detección.

En el Estado de Durango, los muérdagos enanos son la enfermedad más importante que afecta a las coníferas, causando fuertes pérdidas económicas e impacto ecológico a los bosques. Los muérdagos enanos son plantas parásitas que viven sobre las ramas y troncos de sus hospederos y producen frutos que son dispersados mediante un mecanismo de explosión. Se desconoce la superficie total afectada por muérdagos enanos en Durango. La información respecto a la identificación, distribución, hospederos y niveles de infección de plantas parásitas en los bosques es insuficiente. Es importante generar información que sirva como herramienta a los responsables técnicos forestales, para realizar prácticas de manejo, tendientes a incrementar la productividad de las masas forestales, eliminando y reduciendo la dispersión de parásitas y los daños que estas ocasionan.

### Materiales y métodos

<sup>3</sup> Sanidad Forestal-CONAFOR Durango. squinonez@gmail.com

<sup>4</sup> CIIDIR IPN Durango.

<sup>5</sup> Northern Arizona University.

Durango se ubica en el norte de México. El área de estudio comprendió la Sierra Madre Occidental, la cordillera más grande de México, con casi 1200 km de largo y unos 200 km de ancho. Se extiende desde Sonora hasta el norte de Jalisco. En la región estudiada el clima es templado subhúmedo o frío lluvioso y el tipo de vegetación donde se realizaron los muestreos comprendieron bosques de coníferas o de clima templado-frío (pino-encino, pinabete, oyamel, táscate y cedro blanco). Las altitudes oscilaron de 1,200 a 3,300 m (González-Elizondo, 2012, 2013).

Con el propósito de ubicar las áreas infectadas, se realizaron recorridos sistemáticos por los principales caminos de acceso a las áreas forestales y se evaluaron distintas variables: nivel de infección (escala de Hawksworth), presencia de escobas de bruja, sexo, fase de desarrollo de flores y frutos, coloración de la planta, diámetro del tercer internado y altura de la planta. También, se tomaron fotografías y se realizó el levantamiento de coordenadas apoyados con GPS, y se colectaron ejemplares (muestras botánicas), de los muérdagos encontrados y de su hospedero, los cuales se herborizaron (mediante prensado y deshidratado). Los materiales fueron identificados mediante claves taxonómicas (Hawksworth y Wiens, 1965, 1996; Hawksworth, 1991; Geils *et al.*, 2002). Los vouchers se depositaron en el herbario CIIDIR, del IPN en Durango.

El tipo de muestreo fue dirigido y estratificado, por tratarse de especies que no tienen un comportamiento de distribución regular, no tienen poblaciones definidas y su distribución se debe a varios factores entre los que destaca la distribución de sus hospederos y el grado de disturbio. Las unidades de muestreo fueron árboles individuales. La información se tomó en hojas de registro previamente preparadas, que incluían: fecha, número de rodal, paraje, especie muérdago y hospedante, coordenadas y elevación.

Se colectó material vegetal y se tomaron fotografías para ser identificadas con apoyo de literatura taxonómica especializada. Con esa base se elaboraron claves para la determinación de las especies. A la información recabada se sumaron los registros de la base de datos del Herbario CIIDIR del IPN Durango y la base de datos del Dr. Robert Mathiasen, con lo que se obtuvieron 569 registros, de los cuales 563 se georreferenciaron por lo menos a minutos. La información georreferenciada se conjuntó y analizó para finalmente elaborar mapas de distribución, con la ayuda del paquete Arc-Gis, generando polígonos tipo Shape-file.

### Resultados y discusión

Se generó una base de datos con 569 registros de muérdagos enanos (*Arceuthobium* spp.) con los nombres de las especies, localidades donde fueron encontrados, incluyendo coordenadas, elevación, tipo de vegetación, hospederos, colector y número. Se registraron 12 especies, las cuales se desarrollaban sobre 16 especies de coníferas.

Se elaboró una clave para su identificación taxonómica, así como una sinopsis de las especies encontradas. Para cada especie se obtuvo información sobre sus características diagnósticas (caracteres morfológicos distintivos), observaciones respecto a su distribución y ecología, un mapa de distribución e ilustraciones. El muérdago enano encontrado con mayor frecuencia fue *Arceuthobium vaginatum* (184 registros), seguido por *A. nigrum* (91), *A. globosum* (79) y *A. blumeri* (56), mientras que para *A. gillii* se obtuvo un solo registro; *A. abietinum* con dos, *A. yecorensis* con cinco y *A. verticilliflorum* con ocho registros. Se presentan las especies encontradas en la región y los hospederos donde crecen y se ilustran los intervalos altitudinales donde se desarrolla cada especie.

Se encontraron 12 especies de *Arceuthobium* en Durango, las que parasitan 16 especies de coníferas. Las especies de *Arceuthobium* son muy selectivas respecto a los hospederos que parasitan y su distribución, tomar en cuenta estos aspectos permitirá lograr planes de manejo más eficientes para la conservación de los recursos naturales. *Arceuthobium vaginatum* es la especie más ampliamente distribuida a nivel país y en el área de estudio.

Es importante considerar a los muérdagos como un problema que reduce la productividad de los bosques, es necesario sensibilizar o convencer a los manejadores del bosque de la necesidad de emprender acciones tendientes a disminuir los daños de este agente.

Se sugiere una revisión a la legislación (circular muérdagos no permite derribo de arbolado con niveles de infección 5 y 6, a menos que se realicen modificaciones al programa de manejo), alineada a la adoptada en otros países para atender esta problemática, con el propósito de disminuir los daños ocasionados.

### Literatura citada

- Geils, B. W., Cibrián T., J. and Moody, B. 2002. Mistletoes of North American Conifers. Forest Service, U. S. Department of Agriculture, U. S. A., Sanidad Forestal, SEMARNAT, Mexico, Canadian Forest Service, Department of Natural Resources Canada. Fort Collins, CO, U.S.A, 122 p.
- González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo, J. A. Tena Flores, L. Ruacho González e I. L. López Enríquez. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México. Una Síntesis. *Acta Bot. Mex.* 100: 351-403.
- González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo, L. Ruacho-González, I. L. López-Enríquez, F. I. Retana-Rentería, and J. A. Tena-Flores. 2013. Ecosystems and diversity of the Sierra Madre Occidental, p: 204-211. In: G. J. Gottfried, P. F. Ffolliott, B. S. Gebow, and L. G. Eskew (comps.). Merging science and management in a rapidly changing world: biodiversity and management of the Madrean Archipelago III. 2012. Tucson, AZ. Proceedings RMRS-P-67. Fort Collins, CO: U.S.D.A. Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Hawksworth, F. G. y Wiens D. 1965. *Arceuthobium* in Mexico. *Brittonia* 17: 213-238.
- Hawksworth, F. G. and Wiens D. 1996. Dwarf Mistletoes: Biology, Pathology, and Systematics, Forest Service, United States Department of Agriculture, Agricultural Handbook 709, Washington, DC, U.S.A, 410 p.
- Hawksworth, F. G. 1991. Taxonomía y distribución de *Arceuthobium* en México y Centroamérica. Publicación Especial 60. Mexico City: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. pp. 559-591.
- Vázquez C., I. y Cibrián T., J. 1996. Guía para evaluar rodales infestados por muérdago enano *Arceuthobium* spp. Agenda Técnica Núm. 1. INIFAP-SAGAR, Morelia, Michoacán. 11 p.

## HONGOS ASOCIADOS A *Arceuthobium* spp., Y SU PAPEL COMO BIOCONTROLADORES

Sergio Hernández Pablo<sup>6</sup>, Dionicio Alvarado Rosales<sup>7</sup>, Victoria Ayala Escobar<sup>8</sup> Alejandro Pérez Pánduro<sup>9</sup>, Silvia Edith García Díaz<sup>10</sup>, Edgar Humberto Nieto López<sup>11</sup>.

### Introducción

México es reconocido como el cuarto país en el mundo por su biodiversidad, de la cual, los bosques templados de pino-encino conforman el principal tipo de vegetación en las áreas de clima templado y semihúmedo del país, distribuyéndose, desde el nivel del mar hasta más de 3000 m de altitud (Sarukhán *et al.*, 2009; García *et al.*, 2006). En México, los bosques de coníferas y latifoliadas padecen diversos grados de alteraciones por diversos factores, entre los que se encuentran las plantas parásitas; un importante agente causal de enfermedad en los bosques templados es el muérdago enano del género *Arceuthobium* (Hawksworth y Wiens, 1996).

Estudios realizados sobre plantas parásitas indican la presencia de 10 géneros y 151 especies de muérdagos en México y la superficie afectada hasta 1988 era de un millón de hectáreas, con pérdidas económicas totales de 136 millones de nuevos pesos (Vázquez *et al.*, 2006; Bonilla *et al.*, 1988), a pesar de la problemática, poco se ha podido hacer para mitigar su impacto. Considerando las ventajas que ofrece el control biológico, este estudio tuvo como objetivos: 1] Buscar agentes de control para disminuir las poblaciones de *Arceuthobium* spp.; 2] Identificar a los organismos asociados a *Arceuthobium* spp. en áreas boscosas de la Cuenca del Valle de México, y 3] Evaluar su patogenicidad *in vitro* y en campo.

### Materiales y métodos

Se colectó material sano y enfermo (síntomas de necrosis y marchitamiento) de plantas de *Arceuthobium* en distintos bosques de coníferas de la Cuenca del Valle de México, para ser procesado en el Laboratorio de Patología Forestal del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Se cortaron segmentos de material sano y

<sup>6</sup> Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria.

<sup>7</sup> Programa de Fitosanidad-Fitopatología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

<sup>8</sup> Programa de Fitosanidad-Fitopatología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

<sup>9</sup> Programa de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

<sup>10</sup> División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo.

<sup>11</sup> Department of Plant Pathology, University of Nebraska-Lincoln.

enfermo de 1cm<sup>2</sup>, se desinfestaron en hipoclorito de sodio al 3% durante tres minutos, se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril y se secaron con sanitas estériles. Cada segmento esterilizado, se sembró en medio PDA en condiciones de incubación de 22 a 25°C. Se obtuvieron distintos aislamientos de hongos procedentes de *Arceuthobium vaginatum* subsp. *vaginatum*, *A. globosum* subsp. *globosum* y *A. abietis-religiosae*, los cuales fueron identificados morfo-molecularmente.

**Conservación e inoculación de muérdagos para los ensayos de patogenicidad.** Para determinar las mejores cepas y llevarlas a campo, fue necesario establecer experimentos *in vitro*, los cuales consistieron en la conservación de muérdagos y la posterior inoculación de plantas de muérdago en campo. Para la conservación del muérdago se probaron cuatro tratamientos: agua-agar (1g/L), leche de coco, agua destilada estéril e hidrogel.

Para la inoculación de las plantas de muérdago se aplicaron nueve tratamientos y dos suspensiones de conidios  $2 \times 10^4$  y  $1 \times 10^5$  de *Fusarium* spp., (CP-Avv-3, Ixpo-Avv-3, Ixpo-Aar-8); *Alternaria* spp. (Cp-Agg-17, DL-Avv-2, Ixpo-Aar-9) y *Phoma* spp. (Cp-Avv-16, NT-Agg-14, NT-Agg-17). El experimento se evaluó durante 12 días. La evaluación de los tratamientos se realizó con una escala arbitraria propuesta, la cual consistió de 5 valores (0= sano, Escala 1= 1-25%, Escala 2= 26-50%, Escala 3= 51-75% y Escala 4=76-100%). El experimento fue un diseño completamente al azar.

**Análisis estadísticos:** De las pruebas *in vitro*, los datos se analizaron con el programa Statistix 8.1, específicamente con la prueba exacta de Fisher's. El experimento de conservación duró 12 días y se evaluó la turgencia de los muérdagos. Para el análisis de datos de severidad de las diferentes concentraciones de conidios de *Alternaria* spp; *Phoma* spp; *Fusarium* spp. y pruebas de campo se empleó el software SAS 9 (Sistema de Análisis Estadístico) y por ser datos no paramétricos se hizo con la Prueba de Kruskal-Wallis.

**Fase de campo:** El experimento de campo se estableció en el Parque Nacional Zoquiapan (PNZ). Los árboles usados se encontraban separados 50 m aproximadamente. De la evaluación *in vitro* se identificó que los hongos *Fusarium solani*, *Phoma glomerata* y *Alternaria alternata* ejercieron mejor control en muérdago, con estos se prepararon suspensiones de conidios a una concentración

de  $1 \times 10^6$  y  $1 \times 10^5$  conidos/mL respectivamente y al agua destilada estéril se le agregó un adherente de nombre comercial Datplus (1.5mL/L de agua) alcanzando un pH de 5.5 y al testigo se le aplicó agua destilada estéril con adherente. Para obtener los resultados esperados se tomaran todas las precauciones necesarias para evitar la contaminación antes de la aplicación de los tratamientos. El experimento fue un diseño completamente al azar.

### Resultados y discusión

**Prueba exacta de Fisher's para el análisis *in vitro* de conservación de ramas del muérdago *A. globosum* subsp. *grandicaule*.** Los mejores tratamientos fueron agua-agar (1g/L) y agua destilada estéril con una confiabilidad del 95%; en agua-agar la turgencia de los muérdagos fue favorecida 12 días después de haberse establecido el experimento.

Kope *et al.*, (1997) mencionan que las ramas con muérdagos se conservan mejor en una solución nutritiva de Hoagland, sin embargo en este trabajo se encontró que una manera de conservar los muérdagos es usando agua-agar (1g/L) y agua destilada estéril.

**Ánalisis estadístico *in vitro* de la severidad bajo diferentes concentraciones de conidios de *Alternaria* spp., *Phoma* spp., y *Fusarium* spp.** Los síntomas fueron visibles al cuarto día después de la inoculación y se evaluaron a través de la escala propuesta. Se compararon las dos concentraciones de conidios aplicados ( $2 \times 10^4$  y  $1 \times 10^5$  conidios/mL). En la prueba de Kruskal-Wallis se encontró que la aplicación de  $1 \times 10^5$  conidios/mL ejerce mejor control del muérdago enano con diferencia significativa de 0.04 y una confiabilidad del 95%. En la concentración  $2 \times 10^4$  conidios/mL se observaron diferencias significativas entre los aislamientos de *Fusarium* spp., con un pi-valor de 0.0022 y una confiabilidad del 95%. Los mejores aislamientos fueron Ixpo-Avv-3 (83.43) y CP-Avv-3 (77.87). En la concentración de  $1 \times 10^5$  conidios/mL se encontró diferencia en aislamientos de *Alternaria* spp., con un pi-valor de 0.0034, y la mejor fue CP-Agg-17 (87.29). De la misma forma, se encontraron diferencias en cepas de *Phoma* spp. con un pi-valor de 0.0001 y las mejores fueron NT-Agg-17 (83.87) y NT-Agg-14 (81.73).

**Inoculaciones en campo.** Los síntomas se observaron ocho días después de la inoculación. El aislamiento de *F. solani* y *A. alternata*, desarrollaron síntomas de

marchitez y necrosis. Tres semanas después de la primera inoculación se observaron los síntomas provocados por *A. alternata* (CP-Agg-17), el aislamiento de *P. glomerata* (NT-Agg-17) y el testigo no causaron síntomas. Se corroboró que los aislamientos de *F. solani* y *A. alternata*, fueron los mismos que se inocularon.

**Análisis estadístico de las inoculaciones en campo.** La evaluación de la severidad se realizó con la escala propuesta mediante la toma de datos durante dos meses. En la prueba de Kruskal-Wallis con pi-valor de 0.0001 y en la comparación múltiple de medias se encontró diferencias entre los mismos. El aislamiento que resultó ser virulento y que causó más enfermedad al evaluar la severidad con la escala propuesta fue *F. solani* (CP-Avv-3) como se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Comparación múltiple de medias de los hongos inoculados en campo, para determinar el tratamiento que causó más enfermedad.

Tratamiento	Hongo	Media de rangos	Agrupación Kruskal-Wallis
T1	<i>Fusarium solani</i>	130.00	A
T2	<i>Alternaria alternata</i>	96.00	B
T3	<i>Phoma glomerata</i>	88.00	B
T4	Testigo	88.00	B

En este trabajo, la inoculación de muérdagos en ramas se realizó bajo diferentes condiciones (temperatura, humedad, hongos y cantidad de inóculo) comparado con el trabajo reportado por Kope *et al.*, (1997). Sin embargo, se corroboró que los patógenos aplicados causan síntomas de marchitez y necrosis, así mismo se re-aislaron los mismos hongos aplicados en los tratamientos a excepción de las aplicaciones de *P. glomerata* y el testigo. En estos dos tratamientos se obtuvieron aislados de *Alternaria spp.*, lo cual puede deberse a que existen hongos endofíticos presentes en las plantas de muérdago, esto fue corroborado en los aislados que se obtuvieron en el muestreo que se llevó a cabo en la cuenca del Valle de México en material aparentemente sano donde se obtuvieron los mismos aislados.

Del mismo modo, en el trabajo de campo realizado, las condiciones fueron diferentes (humedad, cantidad de inóculo, hongos, muérdago hospedante temperatura, entre otros factores), comparadas con el estudio realizado por Ramsfield *et al.*, (2005).

*Fusarium solani* resultó ser el mejor tratamiento al provocar mayor severidad e incidencia de la enfermedad en las plantas de muérdago enano. Este hongo, puede

ser de gran utilidad en el manejo del muérdago enano, sin embargo, se tendrían que hacer estudios adicionales.

### Literatura citada

- Bonilla, B. R. y Borja, L. G. 1988. Situación de la sanidad forestal en México. Desarrollo y perspectivas. En: IV Simposium Nacional de Parasitología Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Sociedad Mexicana de Entomología. DGSPAFSARH. México. 556 p.
- García, D. S. E., Campos, B. R. y Méndez, M. J. T. 2006. Curso – Taller Plagas y Enfermedades Forestales en el Estado de Durango. Guía para su reconocimiento y manejo. México. 98 p.
- Haworth, F. G. & Wiens, D. 1996. Dwarf mistletoes: Biology, pathology and systematics. Agriculture Handbook 709. United States Department of Agriculture, Forest Service. Washington, D.C. 410 p.
- Kope, H. H., Shamoun, S. F. & Oleskevich, C. 1997. First report of *Colletotrichum gloeosporioides* on *Arceuthobium tsugense* subsp. *tsugense* in Canada. Plant Disease 81: 1095.
- Ramsfield, T. D., Shamoun, S. F. & Van der Kamp, J. B. 2005. Infection of *Arceuthobium americanum* by *Colletotrichum gloeosporioides* and its potential for inundative biological. Forest Pathology 35(5): 332-338.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente, B. J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S. y De la Maza, J. 2009. Capital natural de México. Síntesis. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 101 p.
- Vázquez, C. I., Villa, R. A. y Madrigal, H. S. 2006. Los muérdagos (Loranthaceae) en Michoacán. SAGARPA. CONAFOR. INIFAP. Libro técnico No. 2 División Forestal. Uruapan. Michoacán. México. 98 p.

## DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y CONTROL DE LOS MUÉRDAGOS EN MÉXICO.

Abel Plascencia González<sup>12</sup>, Carlos Magallón Morineau<sup>13</sup> y Osyel Rivera Ayala<sup>14</sup>

### Introducción

Los muérdagos, conocidos como injertos o secapalos son plantas parásitas y pertenecen a la familia Loranthaceae, siendo abundantes e importantes en el país; llegan a afectar importantes extensiones de arbolado, mermando la producción de conos y semillas, así como el crecimiento de los árboles en diámetro, altura y volumen (Vázquez Collazo 2006).

Los plantas parásitas más comunes en México pertenecen a los géneros *Arceuthobium*, *Phoradendron*, *Cladocolea*, *Psittacanthus*, *Struthanthus* y la planta epífita *Tillandsia recurvata*. Son el segundo agente biológico de perturbación en los bosques de clima templado, estimándose pérdidas anuales de más de 2 millones de m<sup>3</sup> volumen total árbol (VTA) de madera; esto sin considerar la muerte del arbolado y la predisposición al ataque de plagas y enfermedades forestales (Vázquez-Collazo, 2006).

En los últimos 10 años, en México se han registrado afectaciones en 259,977 hectáreas, efectuando acciones de manejo (poda) principalmente en los géneros *Phoradendron* y *Arceuthobium* (SEMARNAT, 2016). Lo anterior, no indica que sea la única superficie que presenta afectaciones por plantas parásitas, por lo que es necesario establecer una estrategia que permita conocer su distribución a nivel nacional, así como sus niveles de infección. Así mismo, se deben encontrar nuevas alternativas para su manejo y control, ya que con las que se cuentan actualmente no son las más eficientes.

### Materiales y métodos

El primer paso para el manejo de las infecciones por plantas parásitas, se logra con un inventario de salud, éste debe evaluar el nivel de infección por rodal y el grado de deterioro de la salud de los árboles; los datos que se generen deben servir para establecer sitios permanentes de monitoreo.

**Evaluación previa.** Se deberá recorrer perimetralmente la superficie afectada, tomando las coordenadas geográficas de los vértices que determinen un cambio de rumbo y que permitan conocer la superficie y forma del polígono de la masa forestal

<sup>12,13,14</sup> Gerencia de Sanidad. Comisión Nacional Forestal.

afectada. Es importante señalar que no se acepta como una correcta georreferencia de polígonos que tengan figuras geométricas triangulares o cuadradas en bosque natural.

**Intensidad de muestreo.** La intensidad de muestreo deberá ser establecida acorde a los criterios incluidos en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Intensidades de muestreo de acuerdo con el área afectada por plantas parásitas.

Superficie afectada (ha)	Número de Unidades de Muestreo	Distancia mínima entre Unidades de Muestreo (m)
1 - 10	2	71
11 - 20	6	100
21 - 50	9	115
> a 50	12	140

**Tipo de sitio.** Se utilizarán unidades de muestreo de dimensiones fijas (SDF) de un décimo de hectárea y se deberá utilizar una cuerda compensada para delimitarlas con base en las diferentes pendientes (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Radio de las unidades de muestreo de dimensiones fijas con base a la pendiente.

Pendiente en grados	Radio del sitio (m).
0	17.84
5	17.91
10	18.12
15	18.47
20	18.98
25	19.68
30	20.60
35	21.78
40	23.24
45	25.23
50	27.75
55	31.10

**Evaluación de las unidades de muestreo.** En primera instancia, se deberá evaluar en forma individual los árboles afectados acorde a la metodología correspondiente al agente causal. Muérdagos enanos con base en la escala de Hawksworth (1977) y muérdagos verdaderos y epífitas, de acuerdo a Vázquez-Collazo (1993).

Para obtener la evaluación de las unidades de muestreo se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- Una vez teniendo los valores de afectación conforme a las clasificaciones mencionadas, se deberán sustituir los valores en la siguiente fórmula:

### Muérdagos enanos

$$NIum = \frac{\sum Gia \text{ (arbol afectado)}}{NTas \text{ (arboles afectados)}}$$

**NIum** = Nivel de Infección de la Unidad de Muestreo

$\sum Gia$  = Sumatoria del **Grado de Intensidad** de los árboles afectados.

**NTas** = Número total de árboles afectados en la Unidad de Muestreo

**Nota:** En caso de tener resultados con decimales estos se deberán ajustar a la categoría siguiente cuando sea  $\geq 0.5$ .

### Muérdagos verdaderos y epífitas

$$NIum = \frac{\sum PIA \text{ (arbol afectado)}}{NTas \text{ (arboles afectados)}}$$

**NIum** = Nivel de Infección de la Unidad de Muestreo

$\sum PIA$  = Sumatoria del **Porcentaje de Intensidad** de los árboles afectados

**NTas** = Número total de árboles afectados en la Unidad de muestreo

Finalmente, los niveles de infección de las unidades de muestreo, se determinarán con base al Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Niveles de infección de muérdagos enanos y verdaderos.

Muérdagos enanos		Muérdagos verdaderos y epífitas			
Nivel de Infección					
1 - 2	3 - 4	5 - 6	1 - 30%	31 - 60%	61 - 90%
Leve	Moderado	Severo	Leve	Moderado	Severo

**Nivel de infección del predio.** Para obtener el nivel de infección del predio (**NIp**) será con base en los valores del nivel de infección de la unidad de muestreo (**NIum**), y estará determinado por el valor cualitativo de mayor frecuencia (Leve, Moderado y Severo). Por ejemplo: Predio con 6 sitios (1 leve, 4 moderados, 1 severo) = **NIp** = Moderado.

**Nota:** En caso que dos categorías tengan la misma frecuencia, se deberá asignar el valor cualitativo superior, en el supuesto caso de que las tres categorías tengan la misma frecuencia se asignará el valor intermedio (Moderado).

### Registro de datos

Nombre del predio: \_\_\_\_\_.

Sitio	No. de árbol	Especie hospedera	DN	Altura	Gla / Pla	Especie de planta parásita o epífita
1						

NTas =

$\Sigma Gla =$

$\Sigma Pla =$

Sitio	No. de árbol	Especie hospedera	DN	Altura	Gla / Pla	Especie de planta parásita o epífita	Nlum =	L	M	S
2										

NTas =

$\Sigma Gla =$

$\Sigma Pla =$

Nlum =	L	M	S

Sitio	No. de árbol	Especie hospedera	DN	Altura	Gla / Pla	Especie de planta parásita o epífita
3						

NTas =

$\Sigma Gla =$

$\Sigma Pla =$

Nivel de infección del predio

Nlum =	L	M	S
<i>Nlp</i>	L	M	S

### Manejo y control

Hasta la fecha, se considera que el mejor método de control son los tratamientos silvícolas, no obstante han aparecido en el mercado algunas alternativas que pueden ser usadas en ciertas condiciones de los predios o áreas infestadas por plantas parásitas.

**Manejo forestal.** Dentro de las principales alternativas para el control del muérdago en rodales que cuentan con programa de manejo, es la incorporación de estas áreas al manejo silvícola reduciendo la superficie afectada y niveles de afectación.

**Podas silvícolas.** Esta práctica consiste en la poda selectiva de ramas para reducir los niveles de afectación. Una de las limitantes es la intensidad de poda en los árboles afectados, para el caso de coníferas no puede exceder de un 35%; se recomienda realizarla las podas aplicando la técnica de los 3 cortes y esterilizar correctamente las herramientas

**Aplicación de herbicidas selectivos.** Esta es una de las alternativas que más se ha explorado, con la aplicación de diferentes ingredientes activos como:

- ✓ Tierra de diatomeas.
- ✓ Base urea.
- ✓ Glifosato.
- ✓ 2-4D amina.
- ✓ 2-4D butolilo.

**Aplicación de fitohormonas.** Consiste en la inyección al tronco con sistemas de baja presión, de fitohormonas en concentraciones específicas para poder tener un efecto sobre el muérdago sin afectar al árbol hospedero; hasta el momento las investigaciones con buenos resultados son las que han utilizado el **Ácido 2-cloroetil Fosfórico** (Agrofon, Etefon) para el control de muérdago en liquidámbar.

**Control biológico.** Consiste en la aplicación de hongos o bacterias fitopatógenas, que tienen efectos sobre los muérdagos; actualmente se tiene una línea de investigación para aislar cepas que tengan estas características; algunos de los hongos reportados con efectos sobre los muérdagos son: *Colletotrichum*, *Pestalotiopsis*, *Cylindrocarpon*, *Alternaria*, *Phoma* y *Nectria*.

**Otras alternativas.** Se desarrolló un dispositivo de aire comprimido para lanzar a distancia cápsulas que en su interior contienen abrasivos y herbicidas de contacto, con el fin de abrir heridas en el tejido del muérdago y ponerlo en contacto con el desecante; asimismo se encuentra en proceso el estudio “Potencial farmacológico de muérdagos mexicanos”.

**Literatura citada**

Vázquez, C.I, Villa, R. A, y Madrigal, H.S. 2006. Los muérdagos en Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro, Campo Experimental Uruapan. Michoacán, México.

Sistema Nacional de Gestión Forestal y de Suelos, SEMARNAT, 2016.

<http://sngf.semarnat.gob.mx:8080/sngfev2/servlet/sngf>

Comisión Nacional Forestal, Manual de Sanidad Forestal, Primera edición, 2007.

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/80520/Manual\\_de\\_sanidad\\_forestal.pdfwww.conafor.gob.mx](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/80520/Manual_de_sanidad_forestal.pdfwww.conafor.gob.mx)

## LAS PLANTAS PARÁSITAS EN LOS BOSQUES DE OAXACA Y SU MANEJO

Juan Cruz Avilés<sup>15</sup> e Idalia Fabiola Lázaro López<sup>16</sup>

### Introducción

Las sequias atípicas y cambios en los patrones de temperatura, aumentan la vulnerabilidad de las especies forestales al ataque por plagas o enfermedades forestales, en casos extremos debilitan y pueden causar la muerte de los árboles. En México actualmente, se tienen registradas a más de 200 especies de insectos y patógenos que en mayor o menor grado afectan los recursos forestales del país (DFEO, 2015). Oaxaca es una de las 32 entidades federativas con mayor presencia de plagas y enfermedades forestales; esto debido a una serie de factores entrelazados de origen biótico y abiótico.

El estado de Oaxaca cuenta con una superficie con cubierta forestal de bosques y selvas de 6.19 millones de hectáreas, equivalentes a 65.3% del territorio estatal. Los principales ecosistemas que lo integran, son: bosque de clima templado con 3.4 millones de hectáreas (51.7%), selvas, 2.7 millones de hectáreas (44.2%), matorral xerófilo, 53 mil hectáreas (0.7%) y manglar con 30 mil hectáreas (0.4%). Estas cifras colocan al estado en séptimo lugar a nivel nacional por su superficie forestal (IEFyS, 2013), sin embargo, cada tipo de ecosistema presenta problemáticas fitosanitarias puntuales, pero, la mayoría tienen un agente patogénico similar, es decir, las plantas parásitas, comúnmente llamadas muérdagos, lirios, matapalos o injertos. La superficie con daños por plantas parásitas en el estado se estima en casi un millón de hectáreas (DFEO, 2015).

El muérdago es el nombre común mediante el cual se designa a las plantas parásitas (hemiparásitas), que infestan árboles y arbustos para obtener de ellos agua y sales minerales, ya que son incapaces de absorberlas directamente del suelo (El Muérdago, 2009). A la fecha, los tratamientos aplicados para el control y combate de los muérdagos, son: físico-mecánico y químico. El presente, es un acercamiento al lector para que conozca la parte organizativa de las comunidades, el desarrollo de

<sup>15</sup> Enlace de Sanidad Forestal. Comisión Nacional Forestal del Estado de Oaxaca.

<sup>16</sup> Asesor técnico. Comunidades Chocho-Mixtecas del Estado de Oaxaca. [chochomixtza@gmail.com](mailto:chochomixtza@gmail.com)

las actividades fitosanitarias así como los resultados que se obtienen del control y combate de plantas parásitas presentes en el estado de Oaxaca.

### Problemática

En Oaxaca, las principales afectaciones por plagas y enfermedades forestales, se han registrado en bosques de coníferas (*Pinus spp.*) aunque otras plagas de importancia se registran en bosque de encino, especialmente, las plantas parásitas. Los géneros reportados, son: *Phoradendron*, *Psittacanthus*, *Struthanthus*, *Cladocolea* y *Arceuthobium*; este último, lo encontramos exclusivamente en coníferas. Los niveles de infestación presentes van de 1 a 6 para *Arceuthobium*), y de 1 a 3 en el caso de *Phoradendron* y de muérdagos verdaderos (*Psittacanthus*, *Struthanthus* y *Cladocolea*), según los métodos utilizados para su clasificación (Hawksworth, 1997; Vázquez- Collazo (1993). De acuerdo al Diagnóstico Fitosanitario del estado de Oaxaca (DFEO, 2015), la emisión de notificaciones por parte de la Secretaría (SEMARNAT) surgen a inicios del año 2002, anterior a esta fecha no se tienen registros e información referente al control y combate de plantas parásitas en el estado. En el cuadro 1, se presenta el año y la superficie (ha) afectada por plantas parásitas durante el periodo 2002-2016.

**Cuadro 1.** Superficies afectada (ha), por plantas parásitas notificadas y atendidas durante el periodo 2002-2016.

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Superficie afectada (ha)	144	0	603.27	775.82	362.4	0	1040	740
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Superficie afectada (ha)	808	92.4	2232.19	1923.09	1427.6	2416.9	2756.1	

La superficie total reportada y afectada por plantas parásitas durante el periodo 2002-2016 fue de 15,323.711 ha, la cual no corresponde a la superficie total estimada con problemas de muérdagos a nivel estado, es decir, sólo se reportan aquellas que presentaron el Informe Técnico Fitosanitario para el trámite de permiso de saneamiento. El género de planta parásita con mayor presencia fue *Phoradendron* con una superficie afectada de 7,445.893 ha (DFEO, 2015).

### Manejo

La atención a plantas parásitas está regida por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, de aplicación en terrenos preferentemente forestales y temporalmente forestales, en sus artículos 119,120 y 121, así mismo en los artículos 146 y 147 del Reglamento de mencionada Ley, así mismo, se basa en el “Manual de Sanidad Forestal” editado por la CONAFOR (MSF, 2010).

El trámite de atención fitosanitaria inicia con el aviso de presencia de plaga a la Secretaría (SEMARNAT), al mismo tiempo se entrega un Informe Técnico Fitosanitario del área con presencia de muérdago para el trámite de notificación. Una vez que la comunidad o núcleo agrario cuente con su notificación de sanidad, deberá dar inicio a la ejecución de actividades de control y combate. La mayor parte de las comunidades que a la fecha han realizado actividades de control y combate, al no contar con recursos económicos propios participan de la convocatoria de la Comisión Nacional Forestal, para que ésta les asigne recursos económicos que les permita la adquisición de equipo y herramienta necesaria, pago de jornales y de asesoría técnica. Los tratamientos que se han aplicado a la fecha, son: físico-mecánico y químico, sin embargo, el primero es el que más se aplica.

El control químico consiste en la aplicación del producto muérdago Killer, el cual se fabrica a base de tierra de diatomeas y polvos minerales; el equipo y herramienta que se han empleado para aplicarlo, son: bomba de parihuelas con manguera de 50 metros, bomba manual para uso agrícola con capacidad de 15 L. La dosis de aplicación empleada es de 23.6 L/ha, enmendada con adherente (CONAFOR, expedientes 2007-2013).

Los resultados obtenidos en la eficacia del combate y control químico se considera mínimo, en contraste con el tratamiento físico-mecánico; los efectos bajos o nulos del uso del muérdago Killer son atribuidos a varios factores dentro de los cuales destacan: la altura del arbolado (rangos en altura 10-50 metros), las condiciones topográficas de la zona (difícil acceso para mover el producto), baja o nula disponibilidad de agua para preparar el producto y fallas en la boquilla de las mangueras de ambas bombas de aspersión.

El tratamiento físico-mecánico consiste en la poda de ramas infestadas por plantas parásitas, el equipo y herramienta que se han utilizado para este tratamiento, son:

motosierra telescópica, serruchos curvos con extensión, tijeras con extensión, ganchos, machete (para picar las ramas producto de la poda), escaleras despegables (de 12 escalones) y espuelas (para escalar pinos). Por otra parte, el equipo de seguridad utilizado está compuesto por arnés de seguridad, cinturón de seguridad, cuerdas de trepa, mecate de 2 pulgadas, cascos de protección y guantes. Para la correcta aplicación del tratamiento físico-mecánico todas las comunidades han considerado como base el Manual de Sanidad Forestal publicado por la Comisión Nacional Forestal (MSF, 2010) y lo autorizado mediante la notificación correspondiente. Los cortes de ramas infestadas dependen del diámetro (del hospedante) y de las dimensiones del muérdago. El tratamiento físico-mecánico es recomendable realizarlo en la temporada de otoño e invierno, sin embargo no siempre se cumple con esta especificación técnica, ya que los tiempos que marca los lineamientos de apoyo no concuerdan con el tiempo correcto para la aplicación del tratamiento (desfase en tiempos).

El mayor problema para las comunidades que inician el proceso de recuperación gradual de la salud de sus bosques radica en la falta de experiencia para el trepado de árboles (habilidad y destreza), el uso de las herramientas necesarias y en menor grado, de la organización para la ejecución de las actividades.

Por otra parte, los escenarios de organización que se han presentado son: ejecución de actividades de control y combate a través de tequio (acción-actividad de interés colectivo para beneficio común) e integración de brigadas. El primer caso, aplica para aquellas comunidades que aún conservan de manera arraigada el trabajo en beneficio colectivo, y que además logran conceptualizar los beneficios de un bosque sano como parte de su integridad individual; en estos casos, se forman equipos para la correcta aplicación del tratamiento y se nombra a un representante que se encarga de llevar el control de las actividades del grupo, finalmente, el recurso económico sobrante al finalizar las actividades, es repartido a cada comunero, de acuerdo a los tequios asistidos. En el segundo caso, la integración de brigadas de sanidad al interior de la comunidad es el escenario de organización que más se ha adaptado en el estado, cada brigada está compuesta de seis integrantes en promedio, donde tres de ellos (preferentemente jóvenes), escalan el árbol para realizar la poda, dos más son responsables del picado y acomodo de ramas producto de las podas y, una persona, auxilia en todas las actividades. Cuando en el

saneamiento se obtienen ramas con diámetros aprovechables se acuerda mediante asamblea de comuneros el aprovechamiento para uso doméstico (leña).

### Resultados

En el periodo 2002 a 2016, en el estado de Oaxaca, 47 comunidades han iniciado el proceso de recuperación gradual de la salud de sus bosques al ejecutar actividades de control y combate de plantas parásitas, con una superficie total saneada de 15,323.711 ha. Los principales géneros de muérdagos reportados y tratados, han sido: *Phoradendron*, *Psittacanthus*, *Struthanthus*, *Cladocolea* y *Arceuthobium*. De los tratamientos aplicados, el físico-mecánico ha mostrado mayor efectividad (93.3%), de acuerdo al análisis de expedientes técnicos de la CONAFOR, mientras que el tratamiento químico se recomienda bajo ciertos criterios técnicos y disponibilidad de recursos.

El escenario de organización para la ejecución de las actividades que más se ha implementado es la integración de brigadas al interior de la comunidad. Por los resultados obtenidos, se concluye que es necesario realizar diagnósticos regionales, propuestas de manejo integral para plantas parásitas por región y el establecimiento de parcelas permanentes para el monitoreo de incidencia de plantas parásitas en áreas tratadas en el estado.

### Literatura citada

- Marchal, V. D. El Muérdago en la Ciudad de México. 2009. ArbolAMA. 10 p.
- DFEO (Diagnóstico Fitosanitario del estado de Oaxaca). 2015. Comisión Nacional Forestal. Subgerencia de Conservación y Restauración. Departamento de Sanidad Forestal. Oaxaca de Juárez Oaxaca.
- MSF (Manual de Sanidad Forestal). 2010. Comisión Nacional Forestal. Coordinación General de Conservación y Restauración. Gerencia de Sanidad Forestal. México.
- IEFyS (Inventario Estatal Forestal y de Suelos). 2013. Comisión Nacional Forestal. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Expediente de beneficiarios del periodo 2007-2013 de CONAFOR. Oaxaca de Juárez Oaxaca.

## UNA NUEVA OPCIÓN EN EL CONTROL DE PLANTAS PARÁSITAS

Gustavo López Mendoza<sup>17</sup>

### INTRODUCCIÓN

México cuenta con 138 millones de hectáreas, con vegetación forestal equivalente al 70% del territorio nacional, de las cuales el 24.24% son bosques templados.

En México se presentan diversos factores de disturbio, el primer lugar lo ocupan los incendios forestales, el segundo los descortezadores y el tercero, el daño ocasionado por plantas parásitas. Es en ese contexto, el presente trabajo aporta un nuevo conocimiento para controlar a una de las especies de mayor importancia económica, ecológica y social que afecta los bosques de México. El muérdago enano del género *Arceuthobium* es responsable de una pérdida anual de hasta (1.04 m<sup>3</sup>/año ha) 1.4 m<sup>3</sup>/año de superficie de bosques (Vázquez, 1993).

Las plantas parásitas denominadas muérdagos enanos, flor de ocote o injerto, son una plaga que en los últimos años ha incrementado su presencia en los bosques de coníferas. Ejemplo de ello son el bosque de montaña que observamos en La Malinche, Izta-Popo, Cofre de Perote, Pico de Orizaba, Nevado de Colima y el Nevado de Toluca; la población de parásitas se ha incrementado de manera notable, posiblemente por el escaso manejo silvícola, que ha ocasionado que la población de plantas parásitas se dispare. Esto ha venido sucediendo en el Nevado de Toluca donde alrededor de 9,000 ha tienen afectaciones de alta consideración. En dicha área, se encuentran las dos especies de muérdago enano de mayor distribución en México y las que más daño ocasionan a los bosques: *Arceuthobium globosum* y *A. vaginatum*, justo en las que se enfoca este documento.

Una revisión bibliográfica nos permite advertir una amplia información sobre todos los tópicos para el estudio de los muérdagos, Geils *et al.* (2002), refiere 5,700 artículos sobre las plantas parásitas de Norte América; a partir de esa fecha se han multiplicado los estudios y México no ha sido la excepción.

<sup>17</sup> Gerente Estatal de la Comisión Nacional Forestal en la Ciudad de México

Particularmente en el control de los muérdagos enanos, también se encuentra amplia literatura, sin embargo son pocos los productos que los dueños o poseedores del bosque disponen para su control; algunos de ellos solo afectan al hospedero así como a la biodiversidad; otros observan buenos resultados pero son difíciles de aplicar y su uso se reserva para árboles de alto valor económico, ecológico o social.

De reciente introducción y con estudios que avalan los resultados para el control del muérdago enano, es un producto herbicida cuyo ingrediente principal es la amida alifática, que no afecta la biodiversidad, de fácil aplicación, no tóxico, se denomina **Liquidador Integral de Muérdago (LIM)**, basta una aplicación para que el muérdago muera; al respecto es importante comentar que el único estudio previo a este trabajo y que controló de manera efectiva el heno motita *Tillandsia recurvata*; lo realizó el Dr. David Cibrián Tovar y su equipo de colaboradores (Manejo integrado de plantas epifitas), en la Universidad Autónoma Chapingo en el año de 2014, obteniendo buenos resultados; conociendo esta experiencia se decidió aplicarlo en el control de los cinco géneros de muérdago enano y verdadero de mayor importancia en México.

En este estudio, únicamente, se incluye el control del muérdago enano, para ello es importante referir que el presente trabajo fue motivado por un excelente estudio coordinado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos; Sanidad Forestal de la SEMARNAT, México; y el Departamento de Recursos Naturales de Canadá, realizado en el 2002 bajo el nombre: Mistletoes of North American Conifers.

También, el magistral estudio sobre “Enfermedades Forestales de México”, bajo la edición de David Cibrián Tovar, Dionicio Alvarado Rosales y Silvia Edith García Días, en 2007, que es un formato de seguimiento al libro enunciado y particularizado a México, donde al tratar el manejo de todas las especies de muérdago enano, siempre refiere un tipo de manejo silvícola que deviene en la aplicación del método de 6 clases de Hawksworth para el control de plantas parásitas; también refiriéndose a *Arceuthobium campylopodum Engel*; en las Sierras de San Pedro Mártir y de Juárez donde se recomienda tratamiento con Etefón en dosis de 2500 ppm., como una forma de salvar temporalmente a los árboles de alto valor ecológico ya que puede haber rebrotos en los siguientes meses o años.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio, se realizó en la vertiente noroeste del volcán Nevado de Toluca, en el área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca (APFFN), sugerido por el Dr. Ángel Endara Agramont, investigador del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), y experto en muérdago de la Universidad Autónoma del Estado de México. En los Ejidos de Santa María del Monte y Raíces, se instalaron cinco parcelas de 1000 m<sup>2</sup> (20 x 50 m) distribuidas en un rango altitudinal de 3518 - 3832 msnm y en las cuales se realizó un muestreo dirigido a árboles de pino infestados por *Arceuthobium globosum*.

En el presente, se evaluó la variable efectividad del LIM, en el control de muérdago enano, durante un periodo de 2 años, con inicio en septiembre del 2014 y término en septiembre de 2016. Actualmente, se continúa el seguimiento en las parcelas establecidas.

La aplicación del **LIM** se realizó con una bomba de mochila manual, aplicando por aspersión a punto de goteo, cubriendo totalmente con el producto el follaje del muérdago, el tallo y el punto de unión parásita-hospedero. La aplicación se hizo hasta una altura de 3 metros, altura a la cual se pudo asegurar la mejor cobertura del producto en las plantas tratadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó una sola aspersión, después de la cual se realizaron once evaluaciones, a los 10, 20, 30 días y 2, 4, 6, 8, 10, 12, 18 y 24 meses. La variable medida fue la efectividad del LIM para controlar el muérdago enano, en este sentido, se observó que 10 días después de la aplicación del producto, todas las plantas parásitas tratadas, murieron (Figuras 1 y 2). La efectividad del producto en cada una de las parcelas establecidas se muestra en el cuadro 1, mientras que la efectividad total se incluye en el cuadro 2.



Figura 1. Efectividad del LIM sobre *Arceuthobium globosum* en el Nevado de Toluca, Edo. de México en tres distintas fechas de evaluación.



Figura 2. Efectividad del LIM sobre *Arceuthobium globosum* en el Nevado de Toluca, Edo. de México en tres distintas fechas de evaluación.

Cuadro 1. Efectividad del Liquidador Integral de Muérdago sobre *Arceuthobium globosum* en cinco parcelas localizadas a distinta altitud.

Altitud (msnm)	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3		Parcela 4		Parcela 5		Sumatoria
	Sanos	Enfermos									
0	6	49	82	142	1	25	1	24	16	44	106
10	6	49	82	142	1	25	1	24	16	44	106
20	6	49	82	142	1	25	1	24	16	44	106
30	55	0	224	0	26	0	25	0	60	0	390
2 meses	55	0	224	0	26	0	25	0	60	0	390
4 meses	55	0	224	0	26	0	25	0	60	0	390
6 meses	53	2	212	12	25	1	25	0	54	6	369
8 meses	50	5	205	19	25	2	24	1	51	8	355
10 meses	49	6	195	29	23	3	23	2	47	13	337
12 meses	47	8	184	40	22	4	21	4	45	15	319
18 meses	43	12	172	50	20	6	20	5	46	16	301
24 meses	40	13	165	51	19	7	18	6	47	16	289
											91

Cuadro 2. Efectividad total del Liquidador Integral de Muérdago sobre *Arceuthobium globosum*.

No. días/meses	Árboles sanos	Árboles enfermos	No. de árboles	Árboles sanos (%)	Árboles enfermos (%)
0	106	260	366	29	71
10	106	260	366	29	71
20	106	260	366	29	71
30	390	0	390	100	0
2 meses	390	0	390	100	0
4 meses	390	0	390	100	0
6 meses	369	21	390	95	5
8 meses	355	35	390	91	9
10 meses	337	51	388	87	13
12 meses	319	67	386	83	17
18 meses	301	86	387	78	22
24 meses	289	98	387	75	25

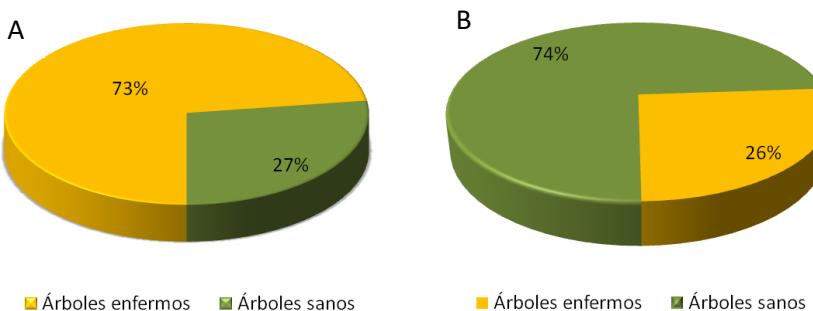


Figura 3. A. Porcentaje de árboles enfermos y sanos al inicio de los tratamientos (390 árboles en las cinco parcelas con 284 enfermos y 106 sanos). B. Final de los tratamientos (24 meses después, la proporción se invirtió, con 289 sanos y 101 enfermos).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que existe una efectividad en la muerte de las plantas parásitas, con un promedio del 60 % a los 10 días, del 80 % a los 20 días y del 100 % a los 30 días.

Posterior a los seis meses y después de 24 meses de aplicación se observó un promedio de 27.34% de brote en todas las parcelas de estudio (cuadro 1).

A los 2 y 4 meses no se encontró ningún árbol con muérdago.

Del total de 390 árboles en las 5 parcelas, 106 estaban sanos a inicio, es decir el 27.17% y 284 enfermos 72.82%

Al final del estudio después de 24 meses la proporción se invirtió, ya que ahora hubo 289 sanos 74.10% y 101 enfermos 25.89%

## CONCLUSIONES

Los resultados que muestra el análisis estadístico, nos permite aseverar que el trabajo realizado en cinco parcelas a diferentes alturas sobre el nivel del mar, con especies *Arceuthobium globosum* y con *Arceuthobium vaginatum* y como hospedero *Pinus hartwegii*, con ubicación en el Nevado de Toluca (APFFN), muestran que la efectividad del LIM es del 100% en la muerte de las plantas parásitas en los primeros 30 días de su aplicación.

Durante los 24 meses restantes el control en el brote permite considerar al **LIM** como una opción de control y manejo del muérdago.

Estos resultados podrán ser considerados para el manejo silvícola de los muérdagos enanos, tomando en cuenta qué es posible que dos años después sea necesaria una segunda aplicación ahora con una cantidad de producto a una cuarta parte de lo que originalmente se aplicó.

#### **LITERATURA CITADA**

- Cibrián Tovar, D., D. Alvarado Rosales, S.E. García Díaz, “Enfermedades Forestales de México”, Universidad Autónoma de Chapingo y Comisión Nacional Forestal, 2007.
- Geils, Brian W.; Cibrián Tovar José, Moody Benjamín; tech. cords. 2002. Mistletoes of North American Conifers.
- Manual de Sanidad Forestal, SEMARNAT, 2008.
- Programa Nacional Forestal, 2014-2018.

## DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y CONTROL DE PLANTAS PARÁSITAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

María Teresa Cantoral Herrera<sup>18</sup>, María Teresa Patiño Pineda<sup>19</sup> e Isidro Recillas Silva<sup>20</sup>,

### Introducción

Los muérdagos son un grupo diverso de plantas parásitas pertenecientes al orden Santalales, que tiene por hospedantes un amplia gama de coníferas y otras plantas leñosas (Geils *et al.*, 2002; Vázquez-Collazo *et al.*, 2006). Las mayores familias reportadas para México son Viscaceae y Loranthaceae.

Una de las principales causas de afectación en el arbolado urbano de la Ciudad de México es la infección por muérdagos de los géneros *Struthanthus*, *Cladocolea* y *Phoradendron* (Marchal, 2009), debido a ello, se han desarrollado diversos estudios para el control biológico, cultural, químico y agromehopático de estas plantas parásitas con resultados efectivos. Debido a ello, es necesario aplicar de forma integral estos mecanismos de control en hospedantes específicos, en diversas áreas verdes de las 16 delegaciones políticas de la Ciudad de México.

*Struthanthus interruptus* es una de las siete especies de muérdago reportadas en la Ciudad de México, la cual parasita árboles de los géneros *Fraxinus* (fresno), *Populus* (álamo), *Ulmus* (olmo), *Ligustrum* (trueno), entre otros (Cibrián, 2010). El control biológico de esta planta parásita ha sido poco explorado, encontrándose insectos fitofágos que no afectan la salud de los hospedantes (Cibrián, 2010), así como también hongos del género *Fusarium* (Cárdenas, 2014), *Alternaria* y *Pestalotia* (Alvarado *et al.*, 2010) que pueden tener potencial para el control biológico.

El control agromehopático basado en el fundamento de curar la enfermedad con la misma enfermedad, utiliza extractos de tejidos del muérdago (hojas, tallos y frutos), mientras que el control químico se basa en la aplicación de productos químicos, ya sea por aspersión foliar o mediante inyecciones al tronco de los árboles parasitados. Uno de los productos con potencial para el control del muérdago ha sido Etefón. Así

<sup>18,19</sup>Centro de Manejo Fitosanitario para las Áreas Verdes Urbanas, CEMFAV, SEDEMA.

<sup>20</sup>Director de Manejo y Regulación de Áreas verdes Urbanas, SEDEMA.

mismo, el control cultural que consiste en realizar actividades de fertilización, podas y el retiro de ejemplares totalmente infectados.

### **Materiales y métodos**

Los sitios de muestreos para este proyecto fueron seleccionados considerando las áreas verdes por Delegación Política de la Ciudad de México (CENTRO GEO, 2005), otras, considerando niveles altos de infección, recorridos fortuitos y la elaboración de diagnósticos, entre otros. En cada área se registraron las especies botánicas hospederas, presencia y ausencia de muérdago y los niveles de infestación, para lo cual se adoptó el sistema de calificación, de cinco niveles, de Pérez *et al.*, (2001) adaptada por Alvarado-Rosales *et al.*, (2005).

Los muestreos se realizan desde 2009, en las delegaciones políticas de la Ciudad de México y en ellos se ha considerado la medición de variables dasométricas (diámetro a la altura del pecho, altura y tamaño de la copa), variables de salud (condición de copa, muérdago y niveles de severidad) y variables de manejo (espacio vital, riego y compactación de suelo), así como la identificación de los géneros arbóreos más afectados.

Para la identificación de las especies de muérdago se ha recurrido al Dr. Miguel Cházaro Bazáñez, en la Universidad de Guadalajara.

### **Resultados y discusión**

**Distribución de la Infestación.** Las delegaciones que han presentado mayor cantidad de arbolado infestado, son: Coyoacán, Cuauhtémoc, Tlalpan, Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Milpa Alta y Tláhuac (INIFAP, 2009), a la fecha no se ha realizado un inventario del arbolado infestado por muérdago existente.

Los climas predominantes donde se ha colectado muérdago han sido templado subhúmedo con lluvias en verano y semiseco templado.

Las afectaciones que presenta el arbolado infestado son, principalmente, muerte regresiva, baja proporción de copa viva y bajo volumen de follaje en la copa, diámetro y espacio vital reducido.

*Struthanthus* se ha observado asociado con árboles de altura, diámetro, exposición a la luz y muerte regresiva altos; *Cladocolea* en cambio se ha observado con árboles de altura, diámetro y exposición a la luz bajos, altos porcentajes de muerte regresiva y espacio vital reducido.

La dispersión del muérdago en el 2002 (SMA, 2002) tuvo un comportamiento del centro del D.F. al suroeste, es decir, de Benito Juárez, Coyoacán y Xochimilco hacia Álvaro Obregón, Magdalena Contreras y Cuajimalpa. Por otra parte, los principales géneros arbóreos infestados por *Cladocolea* y *Struthanthus*, son: *Acacia*, *Cupressus*, *Erythrina*, *Fraxinus*, *Grevillea*, *Ligustrum*, *Populus* y *Ulmus*.

**Características anatómicas.** De acuerdo con estudios histológicos, algunas características del xilema de tallo de muérdago se incluyen en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características anatómicas del xilema del tallo de las especies de muérdago frecuentes en la Ciudad de México.

Espece de muérdago	Características
<i>Cladocolea loniceroidea</i> Van Tieghemt	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Madera con porosidad difusa.</li> <li>▪ Vasos 120 mm<sup>2</sup>, agrupados de 14 a 20 múltiples de 2 a 3 solitarios escasos sin hileras radiales.</li> <li>▪ Poros solitarios de contorno redondo y los múltiples y agrupados son de contorno angular.</li> <li>▪ Presentan traqueidas vasculares con engrosamiento en espiral.</li> <li>▪ Parénquima axial con abundante almidón.</li> <li>▪ Parénquima radial, radios altos, serie de 1 a 4, numerosos.</li> <li>▪ Las fibras son de fibrotraqueidas, de longitud y diámetro mediano y de pared delgada.</li> <li>▪ Abundantes cristales.</li> </ul>
<i>Struthanthus interruptus</i> (Kunth) Blume	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Madera con porosidad difusa.</li> <li>▪ Vasos 40 por mm<sup>2</sup> agrupados de 3 a 6, múltiples de 2 a 5 solitarios muchos hileras radiales no hay.</li> <li>▪ Poros solitarios de contorno redondo y los múltiples y agrupados son de contorno angular.</li> <li>▪ Presentan traqueidas vasculares con engrosamiento en espiral.</li> <li>▪ Parénquima axial abundante.</li> <li>▪ Parénquima radial, radios altos, series de 1 a 2, numerosos.</li> <li>▪ Abundantes cristales</li> <li>▪ Fibras abundantes, de pared gruesa.</li> </ul>
<i>Phoradendron brachystachyum</i> (DC) Nutt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Madera con porosidad difusa.</li> <li>▪ Vasos 70 por mm<sup>2</sup> agrupados de 12 a 16 múltiples mayores a 10 solitarios no hileras radiales largas solitarios y múltiples radiales de 2 a 6 forma oval.</li> <li>▪ Parénquima axial escaso.</li> <li>▪ Parénquima radial radios bajos, series de 4 a 7, muy numerosos.</li> <li>▪ Las fibras pocas de pared gruesa.</li> </ul>

Los caracteres que distinguen al xilema de las tres especies de muérdago, son: la agrupación, abundancia y tamaño de los elementos vasculares (poros en corte transversal), caracteres suficientes para identificar a cada especie. Por ejemplo, *Cladocolea loniceroides* es la especie que tiene mayor número de poros por mm<sup>2</sup> (14 a 20 agrupados), seguido de *Struthanthus interruptus* (3 a 6 agrupados) y *Phoradendron braquistachium* (múltiples radiales de 3 a 7).

**Estrategias de control.** El método más usual para llevar a cabo el control de muérdagos en la Ciudad de México consiste en la remoción mecánica; ésta se realiza de forma manual o con equipo especializado, aunque tiene un impacto limitado, ya que estimula la nueva formación de brotes a partir del sistema endófitico. No obstante, esta técnica suprime de manera momentánea un foco de diseminación por la eliminando los frutos. Las podas sanitarias son en este caso el medio más difundido de control.

El control químico, es otra forma de controlar el muérdago y se aplica inyectando reguladores de crecimiento en la base del muérdago del árbol infectado. Cibrian *et al.*, (2001) menciona que con la aplicación del regulador de crecimiento Ethrel (Etephon), los brotes o partes aéreas de la planta se marchitan y caen.

El control biológico, es un tipo especial de control donde un agente biológico disminuye o anula el daño causado por una plaga. Para llevar a cabo esto, se hace un esfuerzo por encontrar parásitos, depredadores o patógenos en el área de origen de la plaga. La acción de algunos hongos que producen marchitez en hojas y flores han probado su eficacia (Alvarado *et al.*, 2010).

Se debe alertar que cualquier tipo de control de organismos parásitos conlleva también grandes riesgos y no debe aplicarse sin la realización de estudios ecológicos profundos acerca del efecto directo de la especie biocontroladora, así como los posibles efectos colaterales en otras especies.

#### Literatura citada

Alvarado, R., Saavedra, R., Almaraz, S. & Hernández, A. 2010. Determinación taxonómica de los hongos presentes en las diferentes especies de muérdago. CONAFOR. COLPOS. Secretaría del Medio Ambiente. 1-25.

- Cárdenes S. V. 2014. Alternativas de Control para el Manejo de *Cladocolea loniceroides* (Van Tiegh) Kuijt y *Struthanthus interruptus* (Kunth) Blume Presentes en la Zona Urbana del Distrito Federal, México. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- Centro Geo. 2005. Geo. Una visión del Sistema Urbano Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 70 pp.
- Geils, B. y Vázquez I. 2002. Loranthaceae and Viscaceae in North America. In: Mistletoes of North America Conifers. USDA. 1:1-8.
- Marchal, V, 2009. El muérdago en la Ciudad de México. Arbolama, Asociación Mexicana de Arboricultura.1:18-30.
- SMA (Secretaría del Medio Ambiente). 2009. Estudio Base para el Manejo de Arbolado Urbano Infestado por Muérdago.
- Vázquez C. I., A. Villa R. y S. Madrigal H. 2006. Los muérdagos (Loranthaceae) en Michoacán. SAGARPA. CONAFOR. INIFAP. Libro Técnico No. 2. División Forestal. Uruapan, Mich. México. 98 p.

## EL CONTROL DE PLANTAS PARÁSITAS EN LOS BOSQUES DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Diego David Reygadas Prado<sup>21</sup>

### Antecedentes

La Ciudad de México (CDMX), anteriormente, Distrito Federal, se encuentra en el Valle de México a una altitud media de 2240 metros con una superficie de 1495 km<sup>2</sup> y dividida en dieciséis demarcaciones territoriales y dos grandes zonas administrativas: el suelo de conservación y el suelo urbano. El primero, denominado como Suelo de Conservación del Distrito Federal (SCDF), se refiere a las zonas que por sus características ecológicas, proveen servicios ambientales, necesarios para el mantenimiento de la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México, de conformidad con lo establecido en la Ley Ambiental del Distrito Federal. El SCDF ocupa una extensión aproximada de 87,297 ha, y se localiza principalmente al sur y sur-poniente de la Ciudad de México, y en él, se localizan los principales recursos forestales de la entidad.

De acuerdo con el Inventario Estatal Forestal y de Suelos 2015, la Ciudad de México tiene una superficie forestal de 47,422.2 ha; los ecosistemas que lo integran, son: bosque de coníferas con 33,637.5 ha (70.9%), bosque de coníferas y latifoliadas con 4124 ha (8.7%), bosque de latifoliadas con 3,875.3 ha (8.2%), otras áreas forestales con 1,151.1 ha (2.4%), otras asociaciones con 3,079.8 ha (6.5%) y matorral de zonas áridas, 1554.3 ha (3.3%).

A pesar de que el Valle de México, y por tanto, la CDMX es la región más estudiada del país, contar con una “fotografía” de todos los aspectos que se relacionan con sus recursos naturales en un momento dado es poco menos que imposible, y esto atiende a la variedad de enfoques y escalas (entre otros aspectos), con que se desarrollan los estudios, sin descontar la dificultad que tiene obtener los datos “duros” o datos fuente de estos trabajos. A lo anterior, se suma la dificultad que

<sup>21</sup> Consultor independiente. [diegoreygadas@gmail.com](mailto:diegoreygadas@gmail.com)

representa el contar con series estadísticas confiables por parte de los distintos sectores del gobierno local, situación que es aplicable al tema de las plagas y enfermedades forestales.

El Gobierno del Distrito Federal (GDF, 2004), por medio de la entonces Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (CORENADER), actualmente Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales (DGCORENA) elaboró un diagnóstico de los ecosistemas que se encuentran en la Ciudad de México (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Estado de conservación y tendencias de los ecosistemas del Distrito Federal (GDF, 2004).

Tipo de Vegetación	Estado de conservación de los ecosistemas	Tendencias
Bosque de pino	En general bueno y regular, con pocas áreas muy deterioradas	Condición estable
Bosque de oyamel	En general regular y mala, con pocas áreas en buen estado	En proceso de declinación general
Bosque de encino	En general regular y buena, con pocas áreas en muy mal estado.	Vegetación relictual restringida a zonas abruptas y barrancas
Matorral xerófilo	En general bueno y regular	Disminución por cambio de uso del suelo a zonas agrícolas
Pastizal	En general regular y mala, con pocas áreas en buen estado.	Pérdida por desecamiento
Vegetación acuática y subacuática	En general mala	Sustitución por especies exóticas y contaminación

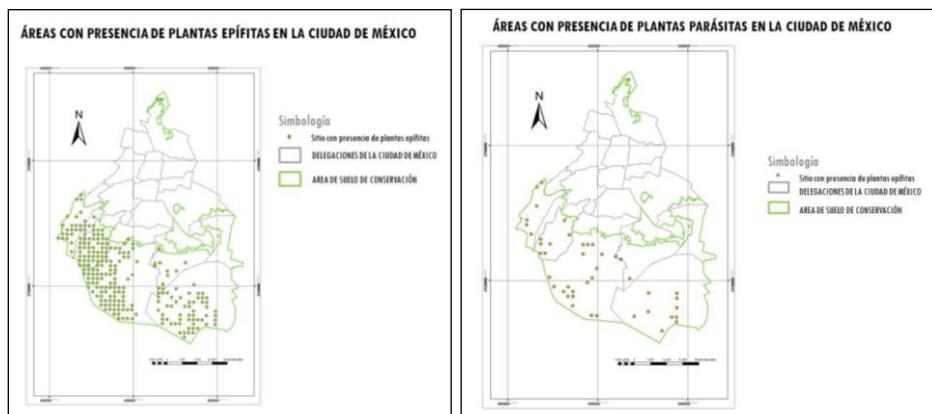
En este sentido, el estado fitosanitario de los bosques del Distrito Federal es quizá el referente más evidente de los 75 años de ausencia de manejo forestal que se han vivido en la entidad a partir de la veda forestal. No obstante, lo anterior, se tiene como principales antecedentes los trabajos de Cid y Bye (1998), Alvarado-Rosales *et al.*, (2003), Alvarado-Rosales *et al.*, (2003b), Alvarado-Rosales y Saavedra-Romero (2005), Alvarado-Rosales *et al.*, (2005), Pérez *et al.*, (2006), Ruiz *et al.*, (2007), Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (2010, 2012), y Arriola *et al.*, (2012), que aportan información técnica de gran valor respecto de los muérdagos verdaderos, principalmente en las áreas urbanas de la Ciudad de México. Mientras que para los bosques de la actual Ciudad de México no se cuenta con un diagnóstico fitosanitario estatal reciente que permita establecer las condiciones actuales de las plagas y enfermedades forestales, siendo los antecedentes más recientes los estudios elaborados Velasco-Bautista, *et al.*, (2004)

y por la Comisión de Recursos Naturales de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (2009).

El trabajo de Velasco-Bautista, *et al.*, (2004), estableció con base en el análisis de 2,615 hectáreas ubicadas en dos comunidades agrarias de la Delegación Tlalpan, que sólo se encontró plagado entre el 8.9 y 18.5 % del arbolado y entre el 4.2 y 13.7 de arbolado con alguna enfermedad forestal, destacando los daños por *Sciurus sp* (ardilla gris) y *Lophodermiun sp.* (enfermedad foliar), como no significativos, sin embargo por su contexto geográfico estos resultados no son completamente representativos de las distintas plagas y enfermedades que se pueden observar en esta demarcación y en general en los bosques de la Ciudad de México.

Por otra parte el estudio realizado por la CORENA (2009), se refiere a un diagnóstico fitosanitario de los ecosistemas del suelo de Conservación del Distrito Federal, orientado al conocimiento de la superficie con presencia de muérdagos, indicando que esta plaga se localiza en 5,300 ha, sin contar con una archivo georreferenciado de estos resultados.

A su vez el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) reporta la presencia de plantas epífitas y parásitas (Figura 1), sin establecer un nivel de infestación de las mismas.



**Figura 1.** Presencia de plantas epífitas (izq.) y parásitas (der.) en la Ciudad de México (Fuente: INFyS, 2010).

Los aspectos anteriores se traducen en una ausencia de información para establecer una prioridad para el control de las plantas parásitas en los bosques ubicados principalmente al Sur de la Ciudad de México.

**Control de las plantas parásitas en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México.** El control de las plantas parásitas en los bosques del Suelo de conservación (SC) de la Ciudad de México es usualmente realizado mediante apoyos otorgados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y en años recientes por la DGCORENA a través del Programa de Fondos de Apoyo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas a través de la Participación Social (PROFACE) y del Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales en Reservas Ecológicas Comunitarias y Áreas Comunitaria de Conservación Ecológica.

Datos proporcionados por la Gerencia Estatal de la CONAFOR en la Ciudad de México indican que esta institución apoyó un promedio de 765.22 ha/año para tratamiento de muérdagos de los géneros *Phoradendron* y *Arceuthobium*, en el periodo 2011 a 2015. Mientras que de la revisión de las autorizaciones de la SEMARNAT para el tratamiento de plagas y enfermedades en el Distrito Federal entre los años 2011 a 2016, a las plantas parásitas les corresponde el 86.5% distribuidas en 27 notificaciones.

En el contexto del control de plantas parásitas en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México, merece especial referencia el caso del muérdago (*Cladocolea loniceroides*) en los humedales de Xochimilco y Tláhuac que afecta principalmente a *Salix bonplandiana*, el cual ha sido motivo de diversos tratamientos (Alvarado-Rosales *et al.*, 2003ab, Alvarado-Rosales *et al.*, 2005), así como los trabajos conjuntos que realizan las autoridades de ambas demarcaciones con otras instituciones como la Universidad Autónoma Chapingo y la Universidad Autónoma Metropolitana y los programas operativos anuales internos de esta delegaciones políticas y de los cuales desafortunadamente no se cuentan datos sobre los resultados de dicho control. Un resumen de las actividades de sanidad forestal en la zona de humedales es mostrado en el cuadro 2.

A pesar de lo señalado, no es posible precisar el estado fitosanitario actual que presentan los bosques del SCDF, pues si bien se pudiera pensar que la principal plaga en los últimos años son los muérdagos, se desconoce la magnitud de sus daños,

además de ser evidente la poca superficie que año con año se da tratamiento para controlar este problema. Aunado a lo anterior, no se cuenta con información de la salud del arbolado plagado, pues los reportes y los trabajos en general solo indican la presencia de la plaga más no la magnitud de ésta y mucho menos la condición del arbolado plagado en cuanto a su edad y vigor, aspectos de vital importancia toda vez que la falta de manejo ha generado bosques sobremaduros con elevada propensión a morir ante la presencia de plagas y enfermedades.

**Cuadro 2.** Actividades de sanidad forestal durante el periodo 2014- 2016 (Fuente: Consejo Forestal de la Ciudad de México).

Concepto	Unidad de medida	2014	2015	2016*	Total
Aspersión de árboles afectados	Árbol	17,822	14,430	-	32,252
Retiro de bolsas de <i>Malacosoma</i>	Bolsas	20,967	51,270	22,859	95,126
Colecta de masas de huevecillos	Masas	50,545	119,130	3,046	172,721
Poda de árboles infectados	Árbol	4,775	7,141	3,497	15,413
Derribo de árboles infectados	Árbol	-	21	78	99
Despunte de árboles infectados	Árbol	-	18	132	150
Levantamiento de fustes	Árbol	-	20	-	20
Limpieza de canales	Metros	-	18	4,050	4,068
Limpieza de riveras	Metros	-	4,380	1,700	6,080
Reapertura de canales por desazolve	Metros	-	1614	1,125	2,809

\*Para 2016, las cifras son de 01 de enero al 30 de abril.

### Literatura citada

- Alvarado-Rosales, D.; Equihua-Martínez, A.; Estrada-Venegas, E.; Franco-Maldonado, V.; González-Monzón, U.; Saavedra-Romero, I. de I. 2003. The *Cladocolea* genus in the Mexican City Basin and its management/El género *Cladocolea* en la Cuenca de México y una propuesta de manejo. 1st Joint Meeting of the 12<sup>th</sup> Nacional Symposium on Forest Parasites and the 54<sup>th</sup> Western Forest Insect Work Conference (WFIWC). Guadalajara, México. November 3-6. Abstracts/Resúmenes. p. 10.
- Alvarado-Rosales, D.; Equihua-Martínez, A.; Estrada-Venegas, E.; Franco-Maldonado, V.; González-Monzón, U.; Saavedra-Romero, I. de I. 2003b. Impacto y manejo del muérdago verdadero (*Cladocolea loniceroides*) en los ahuejotes de la zona chinampera de Xochimilco, D. F./Impact and true mistletoe management in the ahuejotes of the chinampas zone of Xochimilco, D. F. Pan American Plant Disease Conference. South Padre Island, Texas, USA. April 5-10. Abstracts/Resúmenes. p. 146.
- Alvarado-Rosales, D.; Equihua-Martínez, A.; Estrada-Venegas, E.; Franco-Maldonado, V.; González-Monzón, U.; Saavedra-Romero, I. de I. 2005. Impacto y manejo del muérdago

- verdadero (*Cladocolea lonicerooides*) en el arbolado de la zona chinampera de Xochimilco, D.F.
- Cid V., R. M., and Bye, R. A. 1998. Site conditions of an urban wooded area of Mexico City that hosts *Cladocolea lonicerooides* Van Tieghem (Loranthaceae). *Selbyana* 19(2): A 272.
- Comisión de Recursos Naturales (CORENA). 2009. Diagnóstico fitosanitario de los muérdagos en el Distrito Federal. Coordinación de Conservación y Restauración. Comunicación personal.
- GDF (Gobierno del Distrito Federal). 2004. *Hacia la agenda XXI de la Ciudad de México*.
- GDF (Gobierno del Distrito Federal). 2006. Programa Estratégico Forestal del Distrito Federal (PEF-DF) 2006-2025. 192 p.
- Pérez O., C. De la Paz., J. Ceja y G. Vela. 2006. Árboles y muérdagos: una relación que mata. *Contactos* 59:28-34.
- Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT). 2010. *Presente y Futuro de las Áreas Verdes y del Arbolado de la Ciudad de México*. México, D. F., México. 259 p.
- Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT). 2012. Censo-Diagnóstico del arbolado infestado por muérdago en los poblados de San Juan Tepeñáhuac y Santa Ana Tlacotenco en la Delegación Milpa Alta. México, D. F., México. 14 p.
- Ruiz G., A. Ojeda A., M. Gutiérrez G. y A. Hernández B. 2007. Muérdagos del arbolado urbano del Distrito Federal. In: Sánchez, M. G., F. Robles E., E. González G. y R. Díaz L. (eds.). *Memoria del XIV Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. Aguascalientes, Ags. México. pp. 51-53.

## EL USO MEDICINAL DE LOS MUÉRDAGOS VERDADEROS DE ARBOLADO URBANO

Josefina Herrera Santoyo<sup>22</sup>, Gisela Esperanza Durán Rodríguez<sup>23</sup> y Carlos Isaac Morales Carballo<sup>24</sup>.

### Introducción

La diversidad vegetal de México incluye especies hemiparásitas de la familia Loranthaceae, comúnmente conocidas como “muérdagos”, agentes patógenos de los árboles que en muchas partes del mundo son serias plagas forestales. Por otro lado, algunas de estas especies han sido utilizadas tradicionalmente en México y a nivel mundial para el tratamiento de problemas urológicos, dermatológicos, diabetes, tumores en la piel y como antiséptico (Waizel *et al.*, 1994), como ejemplo se encuentran especies de los géneros *Phoradendron* y *Cladocolea* que producen compuestos con actividad citotóxica y antimicrobiana, situación que les confiere un potencial uso medicinal a los representantes de la familia. La búsqueda de compuestos con aplicaciones médicas y el interés por aprovechar este recurso, así como la contribución al conocimiento de la familia, nos lleva al estudio químico utilizando modelos para evaluar la actividad citotóxica, para dirigir la separación y purificación de compuestos que presenten un potencial farmacológico en el tratamiento de los diferentes tipos de cáncer, ya que los medicamentos actualmente utilizados en el tratamiento de estos padecimientos siguen siendo limitados.

Aun cuando todavía se discute la toxicidad para el hombre, de sus frutos (bayas) y hojas, algunos representantes de esta familia botánica han sido ampliamente utilizados en la medicina popular, la homeopatía y la alopatía. (Martínez 1959; Cecchini 1978; Hernández, 1991). Las investigaciones fitoquímicas realizadas con algunos géneros de muérdagos han demostrado la presencia de diversos compuestos bioactivos. Así, las hojas en infusión de la especie *Viscum album* o “muérdago europeo” han sido empleadas desde la antigüedad y hasta nuestros días como medicamentos antitumorales (Kuttan *et. al.*, 1988; Holtskog *et. al.*, 1988).

<sup>22, 23, 24</sup> Laboratorio de Fitoquímica, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM.  
[jhs@ciencias.unam.mx](mailto:jhs@ciencias.unam.mx)

De *Cladocolea grahami*, *Phoradendron reichenbachianum* y *Phoradendron galeotti* han sido evaluados extractos hexánicos y metanólicos de diversos órganos sobre cultivos de cuatro líneas celulares provenientes de cánceres humanos: OVCAR-5 (carcinoma de ovario), KB (carcinoma nasofaríngeo), UIISO-SQC-1 (carcinoma de cerviz de células escamosas), así como de una leucemia murina P388. Los resultados mostraron actividad citotóxica en todas las líneas celulares probadas, principalmente, en el extracto hexánico de las tres especies estudiadas, además, la especie con los más altos índices de citotoxicidad fue *C. grahamii* (Waizel *et al.*, 1994).

*Phoradendron velutinum* es una especie que parasita el arbolado urbano del país y un ejemplo de estas especies. La búsqueda de compuestos con aplicaciones médicas y el interés por aprovechar este recurso, así como la contribución al conocimiento del género, nos llevó a su estudio químico, utilizando modelos para evaluar la actividad citotóxica y antibacteriana, para dirigir la separación y purificación de compuestos. Distintos órganos de la planta se extrajeron con dos disolventes: hexano y acetato de etilo. Las pruebas cualitativas de detección de grupos de metabolitos secundarios y el revelado de los perfiles cromatográficos indicaron la presencia de terpenos, flavonoides y alcaloides. La citotoxicidad se ensayó con *Artemia salina*, siendo el extracto más activo el de acetato de etilo de hoja (1000 ppm), se realizó la separación del extracto por cromatografía en columna con un gradiente de elución desde hexano hasta metanol y se obtuvo un total de 28 fracciones. Se determinó la actividad antibacteriana del extracto crudo y diez fracciones seleccionadas con la técnica de bioautografía en *Escherichia coli* y *Bacillus subtilis*. Los resultados fueron positivos para el extracto crudo y nueve de las fracciones probadas en *B. subtilis*.

Especies del género *Struthanthus*, se utilizan en América del sur para calmar el dolor en general, fiebre, desórdenes respiratorios, erupciones y heridas en la piel (Vieira *et al.*, 2005).

En México se han utilizado algunas Lorantáceas para el tratamiento de ciertas enfermedades, por ejemplo, según Kuijt (1969), los mayas utilizaban preparaciones con “muérdago” para el tratamiento del cáncer. Actualmente, los indígenas Tepehuanes de Durango, utilizan en decocción las especies de “muérdago” enano *Arceuthobium vaginatum* y *A. globosum* para el tratamiento de reumatismo,

enfermedades gastrointestinales, desórdenes nerviosos, pulmonares y reumáticos (Haworth, 1996). Por otro lado, *Phoradendron tamaulipense* se utiliza en Tamaulipas mezclada con chile como ungüento para disminuir el dolor en general y *Psittacanthus calyculatus*, conocida en Chiapas como “Chujquéñ”, se utiliza para bajar la presión arterial y para el tratamiento del arterioesclerosis (Martínez, 1993).

Tomando en consideración el uso medicinal que se le ha dado a algunos representantes de la familia y la proliferación de los muérdagos en el arbolado urbano, se pretende utilizar estas especies como materia prima para la búsqueda de compuestos con actividad citotóxica (antitumoral) para tener un mejor aprovechamiento de este recurso, y lograr en lo posible, un manejo del mismo.

### **Materiales y métodos**

De manera sistemática las especies de la familia Loranthaceae que han sido estudiadas en el laboratorio de fitoquímica, de la Facultad de Ciencias de la UNAM, se han trabajado bajo el siguiente diagrama (Figura 1), que abarca tanto el análisis fitoquímico preliminar, como el análisis de actividad citotóxica en diferentes modelos biológicos.

La especie *Cladocolea loniceroidea* fue recolectada en Calzada del Hueso, delegación Tlalpan. El material vegetal de *Struthanthus interruptus* fue recolectado de la localidad de Yecapixtla, Morelos ubicado en la región oriente del Estado de México. Ambas especies fueron recolectadas e identificadas por la M.C. María Teresa Cantoral Herrera encargada del centro de Manejo fitosanitario para las áreas verdes urbanas. El material fue secado a temperatura ambiente y posteriormente se molieron por separado los órganos de cada especie.

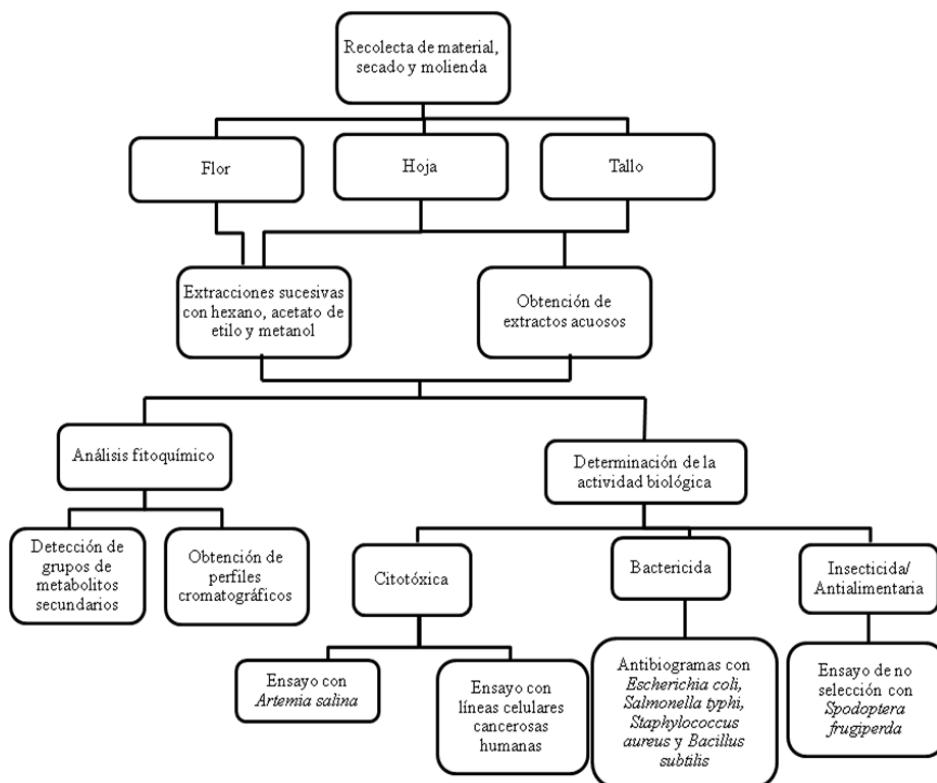


Figura 1. Procedimientos del análisis fitoquímico y actividad citotóxica en diferentes modelos biológicos.

### Resultados y discusión

De acuerdo con la información obtenida en el análisis fitoquímico, en relación con la actividad biológica, se observó que los extractos más activos fueron los hexánicos y de acetato de etilo (Cuadro 1 y 2). Los grupos presentes en estos extractos fueron terpenos-esteroides y flavonoides.

Los extractos de *Struthanthus interruptus* mostraron mayor toxicidad que los de *Cladocolea loniceroides*, pero cabe resaltar, que el extracto de acetato de etilo de flor de esta última especie, mostró una actividad importante en las seis líneas probadas, mientras que los otros dos extractos mostraron actividad importante sólo en dos líneas: Leucemia (K-562CML) y Glía de SNC (U-251).

De los extractos de *Struthanthus interruptus* los más activos son de fruto y tallo. La separación cromatográfica de estos extractos es el siguiente paso para identificar los compuestos responsables de esta actividad.

**Cuadro 1.** Presencia de grupos de metabolitos secundarios (MS) en los diversos extractos obtenidos de las dos especies de muérdago estudiadas y de cada órgano de la planta.

		<i>Cladocoles loniceroides</i>						<i>Struthanthus interruptus</i>								
MS		Tallo		Hoja		Flor		Tallo		Hoja		Fruto				
		Hex♦	AcoEt‡	Met▲	Hex	AcoEt	Me	He	AcoEt	Me	He	AcoEt	Me	He	AcoEt	Me
Terp		++	++	-	+	+++	-	+	++	-	++	++	-	++	++	-
Flav		+	+	+	+	++	+	-	+	+	++	++	++	++	++	++
Alca		-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glicosidos		-	-	++	-	-	+	-	-	++	-	-	-	+	+	-

♦ Extracto hexánico. ‡ Extracto de acetato de etilo. ▲ Extracto de metanol.

**Cuadro 2.** Porcentaje de inhibición de crecimiento de líneas celulares cancerosas de extractos de *Cladocolea loniceroides* y *Struthanthus interruptus*.

Extracto	Líneas celulares cancerosas						
	Glía de SNC (U-251)	Próstata (PC-3)	Leucemia (K-562CML)	Colon (HCT-15)	Mama (NCF-7)	Pulmón (SKLU-1)	
Hexánico de hoja	69.3	SA	40.7	26.5	100	35.5	28.2
Hexánico de tallo	50.8	93.6	28.6	100	77.3	100	31
Hexánico de flor	SA*	70.5	4	100	33.1	100	13.5
ACOEt de hoja	14	82.7	6	100	51.1	100	30.7
ACOEt de tallo	21.9	62.1	SA	70.2	59.2	100	23.4
ACOEt de flor	100	62.8	100	44.5	100	87.5	69.2
Metanol de hoja	16	63.4	SA	74.3	43.9	100	12.5
Metanol de tallo	27.5	16.6	SA	3.5	72.7	41.3	SA
Metanol de flor	21.7	47.4	SA	32.3	42.4	26	16.1

\*SA= sin actividad citotóxica

### Literatura citada

- Cecchini T. 1978. *Enciclopedia de las hierbas y de las plantas medicinales*. Barcelona. Editorial de Vecci.
- Hernández CVL. 1991. Los muérdagos (Loranthaceae) de la región central del estado de Tlaxcala. México. Editorial del Jardín Botánico de Tizatlán y del Gobierno de Tlaxcala.
- Holtskog R, Sandvig K, Olsnes S. 1988. Characterization of a toxic lectin in Iscador, a mistletoe preparation with alleged cancerostatic properties. *Oncology (Switzerland)*, 45:172-179.
- Kuttan G, Vasudervan DM & Kuttan R, 1988. Isolation and identification of a tumor reducing component from mistletoe extract (Iscador). *Cancer Letters*, 41:307-314.
- Martínez M. *Las plantas medicinales de México*. 4a ed. México, Editorial Botas, 1959.
- Haworth, F. 1996. Dwarf mistletoes: biology, pathology and systematics. Agricultural handbook. Dept. of Agriculture, Forest Service. Washington D.C. 410 p.
- Kuijt, J. 1969. The Biology of Parasitic Flowering Plants. University of California Press. Berkeley 246p.
- Martínez, M. 1993. Las plantas medicinales de México. 6a. ed. Ediciones Botas. México, D. F.
- Vieira, O., M. Santos, G. Silva e A. Siqueira. 2005. Atividade antimicrobiana de *Struthanthus vulgaris* (erva-de-passarinho). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 15: 149-154.
- Waizel Bucay, J., J. Herrera Santoyo, D. Alonso Cortés y M. L. Villarreal Ortega. 1994. Estudios preliminares de la actividad citotóxica de muérdagos mexicanos: *Cladocolea grahamii*, *Phoradendron reichenbachianum* y *Phoradendron galeottii* (Loranthaceae). *Revista del Instituto Nacional de Cancerología* 40(3): 133-137.

