

## Estudio de susceptibilidad de variedades de aguacate al ataque de muérdagos en Michoacán

Víctor Manuel Coria Ávalos<sup>1</sup>  
Miguel Ángel Bello González<sup>1</sup>  
H. Jesús Muñoz Flores<sup>1§</sup>  
Moisés Alberto Cortes Cruz<sup>2</sup>  
Luis Felipe Guzmán Rodríguez<sup>2</sup>  
Rosa Gabriela Coria Mora<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Uruapan-INIFAP. Av. Latinoamericana núm. 1101, Col. Revolución, Uruapan, Michoacán, México. CP. 60150. (coria.victormanuel@inifap.gob.mx; mabellog2@hotmail.com; muñoz.hipolitojesus@inifap.gob.mx). <sup>2</sup>Centro de Recursos Genéticos-INIFAP. Blvd. de la Biodiversidad núm. 400, Tepatitlán, Jalisco. CP. 47600. (cortes.moises@inifap.gob.mx; guzman.luis@inifap.gob.mx). <sup>3</sup>Facultad de Agrobiología Pdte. Juárez-UMSNH. Paseo Lázaro Cárdenas núm. 2290, Col. Emiliano Zapata, Uruapan, Michoacán. CP. 60170. (coria.mora@hotmail.com).

§Autor para correspondencia: jesusmuflores@yahoo.com.mx.

### Resumen

Las infestaciones ocasionadas por plantas parásitas de muérdago, que atacan a plantas perennes silvestres y cultivadas de México, representan factores limitantes de la producción y son causantes de altas tasas de mortalidad en plantas. El objetivo fue estudiar la susceptibilidad de los diferentes materiales de aguacate al ataque por especies de muérdago e identificar los géneros y especies de muérdago que crecen sobre la diversidad de los árboles de aguacate en la región de Michoacán. Se muestreó una fracción de la región y se recolectó material botánico de plantas parásitas que estaban afectando árboles de aguacate. En vivero en plantas de aguacate ‘Hass’, ‘Fuerte’ y ‘criollo’, se indujeron infestaciones con semillas de las diferentes especies de muérdago colectadas en árboles de aguacate *in situ*. Se colocaron tres semillas por planta y mediante un diseño experimental de bloques completos al azar, con seis repeticiones; se observó la respuesta durante un año, en cuanto a la tasa de germinación y desarrollo de tejido endofítico del hemiparásito sobre las plantas infestadas. Se registraron tres géneros y cuatro especies parasitando árboles de aguacate (*Persea americana* Mill. var. *drymifolia*). Los resultados de la colonización inducida del muérdago, en *Psittacanthus calyculatus*, se encontró diferencia estadística altamente significativa ( $P < F = 0.0024$ ) para el desarrollo de tejido endofítico de la planta parásita sobre los diferentes materiales de aguacate utilizados. La mayor incidencia fue en aguacate ‘criollo’ con 83.3% y en aguacate ‘Fuerte’ fue 66.7% de plantas infestadas; el aguacate ‘Hass’ no desarrolló la infección.

**Palabras clave:** *Persea americana* Mill., Loranthaceae, plantas parásitas.

Recibido: octubre de 2018

Aceptado: diciembre de 2018

## Introducción

Las infestaciones y desarrollo de las diferentes especies de plantas parásitas de muérdago, que de manera natural atacan a gran cantidad de especies de plantas perennes silvestres y cultivadas de México, representan uno de los principales factores limitantes de la producción y son causantes de altas tasas de mortalidad en especies de plantas frutales cultivadas (mango, cítricos, aguacate, guayabo, manzano, peral, tejocote, nogal, macadamia, etc.), así como de especies de bosque natural (pino, encino, abeto, acacias, etc.), plantas ornamentales (jacaranda, tulipán, obelisco, etc.) (Owen, 2004; Vázquez *et al.*, 2006; Agrios 2008; Siegfried *et al.*, 2008; Ishiwu, 2013). Los muérdagos, conocidos comúnmente como injerto o mata palo, son plantas aéreas, hemiparásitas de plantas perennes, sean arbustos o árboles de un sinnúmero de especies de gimnospermas y angiospermas (Bello, 1984; Bello y Gutiérrez, 1985; Rzedowski, 2011).

Son arbustos o subarbustos perennes, monoicos o hermafroditas, con hojas verdes, amarillas, anaranjadas o negras, simples, enteras, a veces reducidas a escamas, de formas variables desde liguliformes, lanceoladas hasta elípticas u obovadas, flores solitarias o dispuestas en inflorescencia racimosa, umbela, cimosas, panículas o espigas, actinomorfas con perianto biseriado, de 3 a 6 divisiones, verdes o de colores llamativos, sin diferenciación del cáliz y corola, pero a veces provisto de un cálculo; el fruto es una baya carnosa y mucilaginoso de forma variable, con una semilla rodeada por un abundante tejido viscoso, las semillas al germinar forman una raíz adventicia especializada (haustorio), mediante la cual penetran a través de los tejidos de ramas y tallos (corteza) de las plantas hospederas para extraer agua y nutrientes, inducen la generación de tumores leñosos que causan severos daños e incluso la muerte (Sosa y Tressens, 2002).

El tejido viscoso que envuelve a la semilla de estas plantas, les provee una serie de ventajas adaptativas, dado que una vez efectuada su dispersión, ésta se adhiere fuertemente a ramas y corteza del hospedero. Dentro de los principales agentes dispersores de las semillas se encuentran las aves; el tejido viscoso que envuelve a la semilla, permite que se deslicen por el tracto digestivo del ave, muchas veces sin perder su consistencia y su viabilidad, para ser excretada en diferentes partes de la planta hospedera formando nuevas colonias (Gómez *et al.*, 2011).

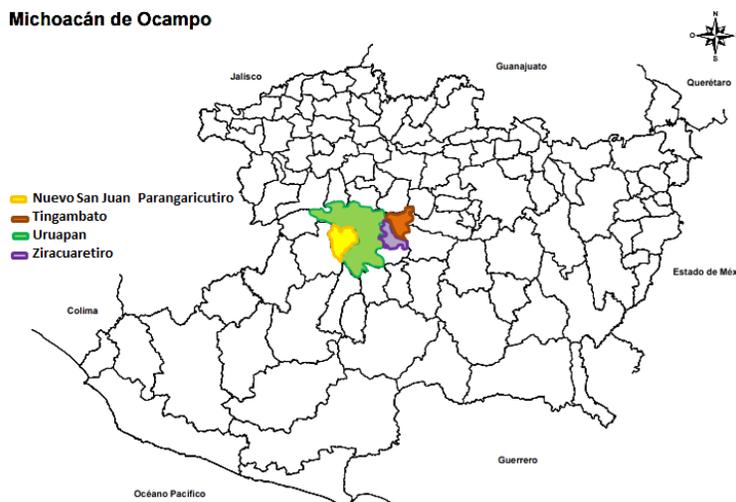
Este problema fitosanitario representa el segundo factor de perturbación en las áreas de bosque natural y plantaciones comerciales (Vázquez *et al.*, 2006). Impacto similar de daño ha sido documentado en plantaciones comerciales de muchas especies perennes de frutales (López y Sanz, 1992; Edagbo *et al.*, 2013; Zaragoza *et al.*, 2015), así como en algunos casos de dasonomía urbana (Arriola *et al.*, 2013). A nivel global, las plantas parásitas y en particular los muérdagos han sido objeto de múltiples estudios que han permitido abundar en el conocimiento de las especies que existen, su distribución, ciclos biológicos y la etiología de la enfermedad; sin embargo, a la fecha no ha sido posible generar alternativas de manejo efectivas para evitar los daños a las plantas hospedantes (Vázquez *et al.*, 2006; Cibrián *et al.*, 2007a; Cibrián *et al.*, 2007b).

En el caso particular de los árboles de aguacate, en otros países se han documentado casos de la presencia del muérdago sobre esta especie de planta, sin que se precisen las variedades o grupos ecológicos afectados, (Ishiwu, 2013), también existen evidencias no documentadas de la presencia

y ataque por muérdagos en las regiones productoras de Michoacán, México, pero se desconocen las especies del hemiparásito asociadas al aguacatero, así como su distribución y daños, lo que justifica plenamente esta investigación, en la cual se planteó el objetivo de estudiar la susceptibilidad de los diferentes materiales de aguacate al ataque por especies de muérdago, e identificar los géneros y especies de plantas de muérdago que crecen sobre la diversidad de árboles de aguacate que cohabitan en la región aguacatera del estado de Michoacán.

## Materiales y métodos

Para la realización del estudio se eligió como universo de muestreo una fracción altamente representativa de las diferentes condiciones climáticas que se presentan en la región productora central de aguacate de Michoacán, la cual estuvo integrada por los municipios de Tingambato, Ziracuaretiro, Uruapan y Nuevo San Juan Parangaricutiro (Figura 1) los cuales, en su conjunto conforman un área compacta que incluye gran parte, tanto de la diversidad climática, así como de materiales de aguacate silvestres y cultivados que existen en la entidad. Las características del medio físico que prevalecen en el área de trabajo se describen en el Cuadro 1.



**Figura 1. Ubicación de municipios muestreados para colecta de muérdago parasitando árboles de aguacate de variedades mejoradas y criollos, 2017.**

Durante el año 2015, se efectuaron recorridos de campo por diferentes parajes de la región de Uruapan, esto con la finalidad de muestrear árboles de aguacate ‘Hass’, ‘Fuerte’ y materiales silvestres o semi-domesticados del ecotipo mexicano conocido comúnmente como ‘criollo’. En cada uno de los sitios visitados, se buscó identificar árboles parasitados por plantas de muérdago; y en los casos en que fueron localizados árboles con el daño, fueron georreferenciados con un geoposicionador (Garmin-20<sup>®</sup>). Para conocer las características del medio físico, de acuerdo con la descripción mostrada en el Cuadro 1. En forma adicional, fueron revisados visualmente los árboles de aguacate circundantes, en un radio de 20 m alrededor del árbol infestado.

**Cuadro 1. Características del medio físico en los municipios que integran la región aguacatera de Uruapan, Michoacán, 2017.**

Características físicas	Municipio			
	Tingambato	Ziracuaretiro	Uruapan	Nuevo San Juan Parangaricutiro
Latitud norte	19°25' y 19°36'	19°21' y 19°31'	19°11' y 19°38'	19°17' y 19°30'
Longitud oeste	101°46' y 101°57'	101°48' y 102°00'	101°563' y 102°24'	102°08'
Altitud (m)	1 600 a 3 000	1 200-2 400	700 a 3 300	1 300 a 3 300
Temperatura media	12 a 22 °C	16 a 24 °C	16 a 26 °C	10 a 22 °C
Precipitación	1 000 a 1 500 mm	700 a 1 100 mm	800 a 1 500 mm	800 a 2 000 mm
Clima	Templado subhúmedo y Templado húmedo	Templado subhúmedo, semicálido húmedo, semicálido subhúmedo, cálido subhúmedo	Templado subhúmedo, templado húmedo y semicálido subhúmedo	Templado húmedo y semicálido subhúmedo
Cubierta vegetal	Pino, encino y matorrales	Pino, encino y matorrales	Pino, encino y matorrales	Pino y oyamel

Fuente: INEGI (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Clave geoestadística 16058, 16090, 16102 y 16111.

De cada uno de los árboles infestados por muérdago se recolectaron muestras de material vegetativo y frutos maduros de la planta hemiparásita, depositándolas dentro de bolsas de papel perfectamente etiquetadas, para su posterior traslado al herbario del Instituto Nacional de Ecología AC (INECOL) ubicado en Pátzcuaro, Michoacán, donde se procedió a su determinación taxonómica y cotejo para posteriormente efectuar la descripción de las especies con base en los criterios descritos por Calderón (1979); Oliva (1983); Bello (1984); Bello y Gutiérrez (1985); Hernández (1991); Acosta *et al.* (1992); Gómez *et al.* (2011); Rzedowski y Calderón (2011). Los ejemplares colectados se encuentran depositados en el herbario del Instituto de Ecología, AC (INECOL), Pátzcuaro, Michoacán.

En los recorridos de campo, se observó que los aguacates conocidos como ‘criollos’ (Figura 2a y b) y la variedad ‘Fuerte’ (Figura 2c) son ampliamente atacados por plantas parásitas de muérdago; no así los árboles de aguacate ‘Hass’. Para conocer si esta situación observada, es producto del azar, o en su defecto, si realmente el aguacate ‘Hass’ es tolerante al ataque; se procedió a establecer un experimento en el vivero del Campo Experimental Uruapan, para lo cual se utilizaron plantas de aguacate ‘Hass’, ‘Fuerte’ y ‘criollo’, con una edad de 8 meses, las cuales fueron sometidas a infestaciones inducidas con semillas de las diferentes especies de muérdago colectadas de árboles de aguacate *in situ*. Para lo anterior, se tomó como referencia el estudio efectuado por López y Ornelas (2002).

Se colocaron tres semillas por planta y mediante un diseño experimental de bloques completos al azar, con seis repeticiones; se observó la respuesta durante un año, en cuanto a la tasa de germinación y desarrollo de tejido endofítico del hemiparásito sobre las plantas infestadas. Se tuvo

especial cuidado de evitar el suministro de insumos de nutrición o plaguicidas que pudieran interferir con el hemiparásito. Para los datos registrados se realizó un análisis de varianza (Anova) usando el procedimiento proc Anova del paquete estadístico system para Windows versión 9.2 (SAS, 2013). La comparación múltiple de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey ( $p \geq 0.05$ ), para ordenar el impacto de infestación y desarrollo de las plantas hemiparásitas en tratamiento.



**Figura 2.** Árboles infestados por muérdago ubicados en parajes de la región productora de aguacate de Uruapan, Michoacán, 2017. 2a) vista parcial de un árbol de aguacate ‘criollo’ con infestación severa por muérdago *Psittacanthus calyculatus*; 2b) plantas de *P. calyculatus* en floración plena; 2c) acercamiento al área foliar de una planta de aguacate ‘Fuerte’ infestada por muérdago *Struthanthus venetus*.

## Resultados y discusión

La caracterización taxonómica de las plantas de muérdago localizadas en 42 parajes, en los municipios de Tingambato, Ziracuaretiro, Uruapan y Nuevo San Juan Parangaricutiro, que forman parte de la región productora central de aguacate de Michoacán, permitió registrar 3 géneros: *Psittacanthus* y *Struthanthus* (Loranthaceae), además de *Phoradendron* (Viscaceae) y 4 especies: *Psittacanthus calyculatus*, *Struthanthus venetus*, *Struthanthus condensatus* y *Phoradendron velutinum*, las cuales se encontraron parasitando sobre árboles de aguacate (*Persea americana* Mill. var. *drymifolia*) raza hortícola mexicana, conocida comúnmente como ‘criollo’ en un rango altitudinal que osciló de 1 332 a 2 287 m (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Relación de colectas efectuadas de árboles de aguacate infestados por muérdago. Región Uruapan, Michoacán (año 2017).**

Municipio	Localidad	Coordenadas geográficas		Altitud (m)	Planta hospedante	Especie de muérdago
		Latitud norte	Longitud oeste			
Nuevo San Juan Parangaricutiro	Hirambosta	19° 54' 475"	102° 27' 211"	2 287	Criollo	<i>Phoradendron velutinum</i>
Nuevo San Juan Parangaricutiro	Hirambosta	19° 54' 475"	102° 27' 211"	2 287	Criollo	<i>Phoradendron velutinum</i>
Nuevo San Juan Parangaricutiro	Huimbam	19° 53' 701"	102° 25' 962"	2 245	Criollo	<i>Phoradendron velutinum</i>
Nuevo San Juan Parangaricutiro	Huimbam	19° 53' 663"	102° 26' 012"	2 243	Criollo	<i>Phoradendron velutinum</i>
Nuevo San Juan Parangaricutiro	Hirambosta	19° 54' 439"	102° 27' 208"	2 240	Criollo	<i>Phoradendron velutinum</i>

Municipio	Localidad	Coordenadas geográficas		Altitud (m)	Planta hospedante	Especie de muérdago
		Latitud norte	Longitud oeste			
Nuevo San Juan Parangaricutiro	Huimbam	19° 53' 628"	102° 26' 723"	2 225	Criollo	<i>Phoradendron velutinum</i>
Nuevo San Juan Parangaricutiro	Hirambosta	19° 53' 510"	102° 27' 470"	2 211	Criollo	<i>Phoradendron velutinum</i>
Nuevo San Juan Parangaricutiro	Hirambosta	19° 54' 445"	102° 27' 211"	2 210	Criollo	<i>Phoradendron velutinum</i>
Tingambato	Poblado Tingambato	19° 49' 754"	101° 84' 936"	1 972	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Poblado Tingambato	19° 49' 741"	101° 84' 936"	1 972	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Poblado Tingambato	19° 49' 753"	101° 84' 933"	1 972	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Poblado Tingambato	19° 50' 009"	101° 84' 759"	1 971	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Centro arqueológico	19° 49' 541"	101° 85' 822"	1 967	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Llano de la virgen	19° 50' 568"	101° 86' 704"	1 944	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Centro arqueológico	19° 49' 500"	101° 85' 872"	1 938	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Centro arqueológico	19° 49' 508"	101° 85' 865"	1 937	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Llano de la virgen	19° 50' 572"	101° 86' 739"	1 933	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Centro arqueológico	19° 49' 492"	101° 85' 890"	1 932	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Llano de la virgen	19° 49' 538"	101° 85' 778"	1 931	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Centro arqueológico	19° 49' 493"	101° 85' 883"	1 931	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Tingambato	Llano de la virgen	19° 50' 569"	101° 86' 781"	1 899	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Ziracuaretiro	Poblado San Ángel	19° 46' 176"	101° 88' 803"	1 654	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Ziracuaretiro	Poblado San Ángel	19° 44' 640"	101° 90' 566"	1 621	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Ziracuaretiro	Poblado San Ángel	19° 45' 266"	101° 89' 389"	1 604	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Ziracuaretiro	Poblado Ziracuaretiro	19° 40' 550"	101° 91' 151"	1 332	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Ziracuaretiro	Poblado Ziracuaretiro	19° 40' 550"	101° 91' 151"	1 332	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Ziracuaretiro	Poblado Ziracuaretiro	19° 40' 550"	101° 91' 151"	1 332	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Ziracuaretiro	Poblado Ziracuaretiro	19° 40' 550"	101° 91' 151"	1 332	Fuerte	<i>Struthanthus venetus</i>

Municipio	Localidad	Coordenadas geográficas		Altitud (m)	Planta hospedante	Especie de muérdago
		Latitud norte	Longitud oeste			
Ziracuaretiro	Poblado Ziracuaretiro	19° 40' 569"	101° 91' 113"	1 332	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Ziracuaretiro	Poblado Ziracuaretiro	19° 40' 464"	101° 90' 626"	1 332	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Ziracuaretiro	Poblado Ziracuaretiro	19° 40' 901"	101° 90' 277"	1 332	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Uruapan	Toreo el bajo	19° 42' 701"	102° 05' 635"	1 655	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Uruapan	Toreo el bajo	19° 44' 624"	102° 00' 542"	1 650	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Uruapan	Caltzontzin	19° 42' 742"	102° 00' 460"	1 634	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Uruapan	Caltzontzin	19° 42' 742"	102° 00' 460"	1 634	Criollo	<i>Struthanthus venetus</i>
Uruapan	CE. Uruapan	19° 40' 722"	102° 05' 22.6"	1 600	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Uruapan	CE. Uruapan	19° 40' 722"	102° 05' 22.6"	1 600	Criollo	<i>Struthanthus condensatus</i>
Uruapan	CE. Uruapan	19° 40' 722"	102° 05' 22.6"	1 600	Criollo	<i>Struthanthus condensatus</i>
Uruapan	CE. Uruapan	19° 40' 722"	102° 05' 22.6"	1 600	Fuerte	<i>Struthanthus condensatus</i>
Uruapan	CE. Uruapan	19° 40' 722"	102° 05' 2.26"	1 600	Criollo	<i>Struthanthus condensatus</i>
Uruapan	Cd. de Uruapan	19° 38' 814	102° 04' 7.68"	1 601	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>
Uruapan	Cd. de Uruapan	19° 38' 905	102° 05' 4.73"	1 599	Criollo	<i>Psittacanthus calyculatus</i>

Aun cuando existen evidencias documentadas de que el aguacate se incluye entre los hospederos naturales de muérdago, principalmente de la especie *Psittacanthus calyculatus* (Vázquez *et al.*, 2006; Pérez, 2016) en ninguna referencia bibliográfica se describe cuáles son los materiales de aguacate afectados. De los resultados obtenidos en esta investigación, se evidencia la existencia del ecotipo de aguacate mexicano (*Persea americana* Mill. var. *Drymifolia*), infestados por muérdago, los cuales se observan en traspacios de casas, en bordos de caminos y de manera aislada dentro de algunos huertos comerciales de aguacate 'Hass' que es la variedad totalmente dominante en los huertos de la región. Se localizaron solo dos localidades (Ziracuaretiro y CE. Uruapan), con presencia de aguacate 'Fuerte' con daños por muérdago (Cuadro 2).

Para el caso del aguacate 'Hass' durante los recorridos de campo no se encontraron infestaciones por muérdago en árboles de aguacate de esta variedad; esto aun cuando en varios casos tenían como vecinos e incluso se cruzaban las ramas con plantas de aguacate 'criollo' infestadas por muérdagos. Lo anterior, constituye la primera evidencia de la ausencia de la planta hemiparásita conocida como muérdago sobre árboles de aguacate de la variedad 'Hass'.

En referencia al aguacate ‘criollo’, se hallaron árboles infestados por muérdagos que corresponden a tres géneros y cuatro especies de la familia Loranthaceae y Viscaceae. De las cuatro especies reportadas, *Struthanthus venetus* presenta una mayor distribución en predios con climas semicálido húmedo, semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo que prevalecen en los municipios de Ziracuaretiro y Uruapan (1 332-1 655 msnm) *S. condensatus*, se encontró en áreas con clima cálido subhúmedo de Ziracuaretiro y Uruapan (1 600 msnm). *Phoradendron velutinum* fue colectado de zonas con clima templado húmedo del municipio de Nuevo San Juan Parangaricutiro (2 210-2 287 msnm). Mientras que *Psittacanthus calyculatus* se colectó en predios con clima templado subhúmedo y semicálido húmedo de Uruapan y Tingambato (1 599-1 972 msnm). Al observar la distribución de estas especies hemiparásitas en la región estudiada, se puede deducir que su distribución está supeditada a su preferencia climática y altitudinal.

Finalmente, se localizaron dos casos de aguacate ‘Fuerte’ con infestaciones por *Struthanthus venetus* y *S. condensatus* en zonas con clima semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo de los municipios de Ziracuaretiro y Uruapan en altitudes de 1 332-1 600 m (Cuadro 2).

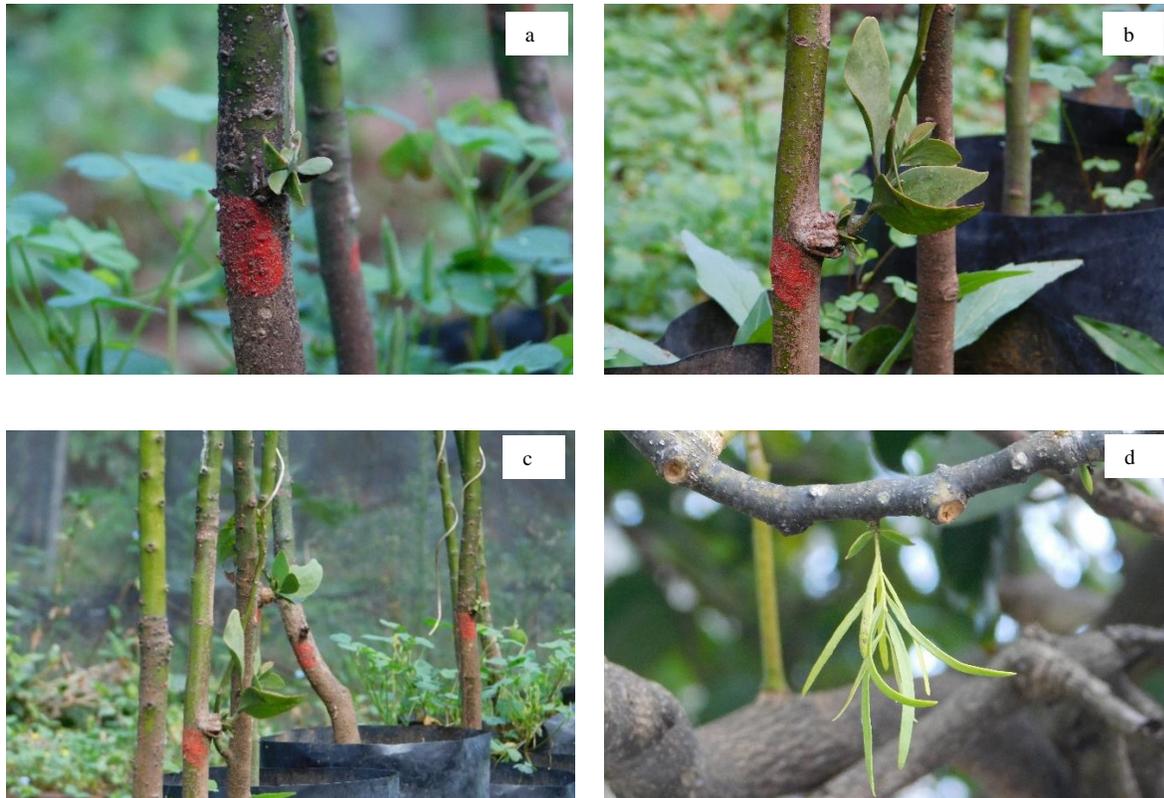
En el experimento para colonización inducida del muérdago, se encontró que para el caso de la especie de muérdago *P. calyculatus*, al final de la prueba, se cuantificó diferencia estadística altamente significativa ( $Pr > F = 0.0024$ ) para el desarrollo de tejido endofítico de la planta parásita sobre los diferentes materiales de aguacate sometidos a la prueba. La mayor incidencia se registró sobre aguacate “criollo”, donde 83.3% de las plantas desarrollaron haustorios del hemiparásito sobre el tallo del hospedante, además de que se observó desarrollo vegetativo de la parte aérea del muérdago (Cuadro 3). Le siguió el aguacate ‘Fuerte’ con 66.7% de plantas infestadas; mientras que en el caso de aguacate ‘Hass’ ninguna de las plantas desarrolló la infección. Es decir, si hubo germinación de la semilla, pero no logró desarrollar los haustorios que le permitieran adherirse al hospedante, como se observa en la Figura 3a, 3b, 3c y 3d.

En referencia al caso del muérdago *Struthanthus venetus*, se observó respuesta similar al caso anterior, ya que también al final de la prueba se presentó diferencia estadística altamente significativa ( $Pr > F = 0.0202$ ) para el desarrollo de tejido endofítico de la planta parásita sobre los diferentes materiales de aguacate sometidos a la prueba. La mayor incidencia se cuantificó sobre aguacate ‘criollo’, donde el 66.7% de las plantas desarrollaron la infección; seguido del aguacate ‘Fuerte’ con 50% de plantas infestadas; mientras que en aguacate ‘Hass’ ninguna de las plantas desarrolló la infección (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Comportamiento de medias para infestación inducida por especies de muérdago sobre diferentes materiales de aguacate. Uruapan, Michoacán (año 2017).**

Materiales de aguacate	Especie de muérdago		
	<i>Psittacanthus calyculatus</i>	<i>Struthanthus venetus</i>	<i>Phoradendron velutinum</i>
‘criollo’	0.8333 a	0.6667 a	0 a
‘Fuerte’	0.6667 a	0.5 ab	0 a
‘Hass’	0 b	0 b	0 a

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales, Tukey ( $p \geq 0.05$ ).



**Figura 3. Desarrollo de la infección inducida con muérdago en plantas de aguacate. 3a) germinación de semillas de *Psittacanthus calyculatus* sobre tallos de plantas de aguacate ‘Hass’; 3b) desarrollo de tejido endofítico de *P. calyculatus* sobre plantas de aguacate ‘criollo’; 3c) emisión de brotes vegetativos de *P. calyculatus* sobre plantas de aguacate ‘criollo’; y 3d) crecimiento endofítico de *Struthanthus venetus* sobre plantas de aguacate ‘Fuerte’.**

Finalmente, las semillas de *Phoradendron velutinum* durante el tiempo que duró la prueba en campo, no germinaron sobre las plantas de aguacate ‘Hass’ y ‘Fuerte’, incluso tampoco se logró replicar la infestación sobre plantas de aguacate ‘criollo’, aun cuando las semillas de *P. velutinum* fueron colectadas precisamente de árboles de aguacate ‘criollo’ localizados en el municipio de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Lo anterior, pudiera ser imputable a que las condiciones ambientales que prevalecen en los sitios donde se realizaron las colectas de árboles de aguacate ‘criollo’ con infestaciones naturales en campo, corresponden a nichos ecológicos muy específicos localizados aproximadamente a 2 200 msnm, donde las condiciones ambientales corresponden a un clima templado húmedo, con temperaturas durante el año que oscilan de 10 a 22 °C, que favorecen la presencia de precipitaciones cercanas a los 2 000 mm durante el año. Lo anterior, contrasta notablemente con las condiciones ambientales del sitio del experimento, que se ubica a 1 600 msnm, presenta clima templado sub-húmedo, con precipitación de 1 400 mm anuales y temperatura que oscila de 16 a 26 °C.

De la especie de muérdago *Struthanthus condensatus*, no fue posible obtener semilla de los árboles observados con infestación en campo, ya que el grado de daño a los árboles era bastante severo y los propietarios determinaron derribar los árboles en una etapa en que el muérdago solo presentaba desarrollo vegetativo.

## Conclusiones

La totalidad de árboles de aguacate ‘Hass’ muestreados en huertos comerciales están libres del ataque por muérdago.

Aguacates ‘criollos’ pueden ser atacados por muérdagos de alguna de las especies *Struthanthus venetus*, *S. condensatus*, *Phoradendron velutinum* y *Psittacanthus calyculatus*.

Árboles de aguacate ‘Fuerte’ fueron encontrados con ataque por *Struthanthus venetus* y *S. condensatus*.

En infestación inducida sobre plantas de vivero de aguacate ‘Hass’ ocurrió la germinación de semillas de *Struthanthus venetus* y *Psittacanthus calyculatus*, pero en ninguno de los casos se presentó desarrollo de haustorios por parte de la planta hemiparásita sobre el hospedante.

En infestaciones inducidas con *Struthanthus venetus* y *Psittacanthus calyculatus* sobre plantas de vivero de aguacate ‘Fuerte’ y ‘criollo’, hubo germinación de semillas y desarrollo del tejido endofítico de la planta hemiparásita sobre el hospedante.

Las semillas de *Phoradendron velutinum*, no germinaron en ninguno de los materiales de aguacate sometidos al ataque.

## Literatura citada

- Acosta, P. R.; Cházaro, M. y Patiño, M. R. 1992. Los muérdagos (Loranthaceae) del estado de Tlaxcala. Gobierno del Estado de Tlaxcala. Tizatlán, Tlaxcala, México. 89 p.
- Agrios, N. G. 2008. Fitopatología. 2ª (Ed.). Ed. Limusa. México, DF. 838 p.
- Arriola, P. V. J.; Velasco, B. E.; Hernández, T. T.; González, H. A. y Romero, S. M. E. 2013. Los muérdagos verdaderos del arbolado de la ciudad de México. Rev. Mex. Cien. For. 4(19):34-45.
- Bello, G. M. Á. 1984. Estudio de muérdagos (Loranthaceae) en la región Tarasca, Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, DF. Boletín técnico núm. 102. 62 p.
- Bello, G. M. Á. y Gutiérrez, G. M. 1985. Clave para la identificación de la familia Loranthaceae en la porción del Eje Neovolcánico localizado dentro del estado de Michoacán. Ciencia Forestal. 10(54):3-33.
- Calderón, R. G. 1979. Loranthaceae. In: Rzedowski, J. y Rzedowski, G. C. de (Eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. Ed. CECOSA, México, DF. I. 119-124 pp.
- Cibrián, T. D.; Vázquez, C. I. y Cibrián, T. J. 2007a. Muérdagos enanos del género *Arceuthobium*. In: enfermedades forestales en México. Cibrián, T. D.; Alvarado, R. D. y García, D. S. E. (editores). Primera edición. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH). 357-395 pp.
- Cibrián, T. D.; Koch, D. S. y Vázquez, C. I. 2007b. Muérdago *Phoradendron*. In: enfermedades forestales en México. Cibrián, T. D.; Alvarado, R. D. y García, D. S. E. (Eds.). 1ª. (Ed.). Universidad Autónoma de Chapingo (UACH). 396-420 pp.

- Edagbo, E. D.; Ajiboye, T. O.; Borokini, T. I.; Ighere, D. A.; Alowonle, A. A. and Clement, M. 2013. A study of the conservation status of *Citrus sinensis* as affected by the African mistletoe, *Tapinanthus bangwensis* in moor plantation, Ibadan South-west, Nigeria. *Inter. J. Current Agric. Sci.* 3(1):5-9.
- Gómez, S. L.; Sánchez, F. J. y Salazar, O. L. A. 2011. Anatomía de especies mexicanas de los géneros *Phoradendron* y *Psittacanthus*, endémicos del Nuevo Mundo. *Rev. Mex. Biod.* 82(4):1203-1218.
- Hernández, C. 1991. Los muérdagos (Loranthaceae) de la región central del estado de Tlaxcala, Jardín Botánico de Tizatlán, núm. 4. Tlaxcala. 38 p.
- Ishiwu, C. N.; Obiegbuna, J. E. and Aniagolu, N. M. 2013. Evaluation of chemical properties of mistletoe leaves from three different trees (avocado, African Oil Bean and Kola). *Nigerian Food J.* 31(2):1-7.
- López, De B. L. and Ornelas, J. F. 2002. Host compatibility of the cloud forest mistletoe *Psittacanthus schiedeanus* (Loranthaceae) in central Veracruz, México. *Am. J. Bot.* 89(1):95-102.
- López, S. J. A. y Sáenz, de B. C. 1992. *Viscum album* L. y sus hospedantes en la Península Ibérica. *Bol. San. Veg. Plagas.* 18(4):817-825.
- Oliva, R. H. 1983. Contribución al conocimiento de la Familia Loranthaceae del centro de Veracruz y zona limítrofe de Puebla. Tesis profesional. Facultad de Biología, Universidad de Veracruz. Xalapa, Veracruz. México. 99 p.
- Owen, D. P. 2004. A regional examination of the mistletoe host species inventory. *Cunninghamia.* 8(3):354-361.
- Pérez, I. J. I. 2016. Impacto del muérdago (*Psittacanthus calyculatus*) en la economía de las familias campesinas en una región del Subtrópico Mexicano. *Perspectivas Latinoam.* 13(1):141-156.
- Rzedowski, J. y Calderón R. G. 2011. Viscaceae. *In: flora del Bajío y de regiones adyacentes Fascículo 170.* Instituto de Ecología, AC. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán. 59 p.
- Siegfried, D. D.; Ndongu, D.; Richard, J. R.; Victor, D.T.; Henri, F.; Georges, S. and Akoa, A. 2008. Parasitism of host trees by the *Loranthaceae* in the region of Douala (Cameroon). *Afr. J. Environ. Sci. Technol.* 2(11):371-378.
- SAS (Statistical Analysis System). 2013. SAS/STA User's guide. Release 9.3. SAS, Cary, N.C., USA.
- Sosa, M. M. y Tressens, S. G. 2002. Las plantas parásitas. *In: Arbo, M. M. y Tressens, S. G. (Eds.). Flora del Iberá. Corrientes, Argentina, Editorial Eudene.* 167-178 pp.
- Vázquez, C. I.; Villa, R. A. y Madrigal, H. S. 2006. Los muérdagos (Loranthaceae) de Michoacán. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan, Michoacán, México. Libro técnico núm. 2. 98 p.
- Zaragoza, H. A. Y.; Cetina, A. V. M. y López, L. M. A. 2015. Identificación de daños en el arbolado de tres parques del Distrito Federal. *Rev. Mex. Cien. For.* 6(32):63-82.