



Panorama Internacional

Escarabajo ambrosia del laurel rojo (*Xyleborus*



"ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA"



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA



**Plaga/
Hospedantes**

El **escarabajo ambrosia del laurel rojo** (*Xyleborus glabratus*) (Coleoptera: Scolytidae) es un insecto barrenador que afecta principalmente plantas leñosas en situación de estrés (sequía, frío, exceso de agua, etc.), y transmite al hongo *Raffaelea lauricola*, el cual causa la muerte regresiva de ramas y tallos (Crane *et al.*, 2008). *X. glabratus* tiene una relación simbiótica con éste hongo causante de la **marchitez del laurel**, y es el único vector conocido del patógeno (Crane *et al.*, 2008; Fraedrich *et al.*, 2008). El coleóptero (hembra) transporta las esporas en el aparato bucal (micangios) (Fraedrich *et al.*, 2008), y al perforar la corteza del hospedante y formar galerías, inocula las esporas en el xilema.

Una vez que la colonia alcanza su madurez forma parte del alimento de los adultos y larvas del escarabajo (Hanula *et al.*, 2008). Como signo de la marchitez del laurel, a simple vista el follaje de los árboles exhibe una decoloración rojiza o violácea, y de los troncos sobresalen pequeños tapones de viruta compactada (Bocanegra-Flores, 2012). El síntoma principal de la infección es visible cuando se retira la corteza del árbol y se observa una mancha oscura que se extiende por todo el xilema (Mann *et al.*, 2018). Habita en temperaturas tropicales y templadas (24-32°C) en bosques con especies hospedantes, los adultos pueden tolerar una temperatura extrema entre -26 y 15°C (Koch y Smith, 2008), no obstante, los huevos no se desarrollan a bajas temperaturas (menores a 16 °C), la temperatura óptima para completar el ciclo de vida es de 28 a 32°C (Brar *et al.*, 2015).

El **complejo marchitez del laurel rojo** (*X. glabratus* – *R. lauricola*) causa daños severos en especies silvestres y de interés agrícola como el aguacate (*Persea americana*). Ésta enfermedad es responsable de la alta mortalidad del laurel rojo (*Persea borbonia*) en Carolina del Sur y Florida (Fraedrich *et al.*, 2008; Hanula *et al.*, 2008). La dispersión local de los escarabajos se da mediante el transporte de leña, poda de árboles y otros productos de madera infestados (Rabaglia, 2008). Brar *et al.* (2013), mencionan que los adultos recién emergidos permanecen en los árboles por un mes antes de la dispersión, es por ello que no se debe trasladar el material vegetal infestado para su utilización en otra localidad. El impacto ecológico y económico que puede ocasionar éste complejo (insecto-patógeno) es potencialmente devastador, ya que una vez infectado el árbol, su muerte puede ocurrir en seis semanas (Fraedrich *et al.*, 2008; Harrington *et al.*, 2008).

X. glabratus, afecta principalmente a especies de la familia Lauraceae, asimismo, se ha reportado en especies de las familias Fabaceae, Fagaceae, Dipterocarpaceae y Theaceae (Cuadro 1).

Cuadro 1. Hospedantes de *Xyleborus glabratus*

| Familia | Nombre científico | Nombre común |
|-----------|-------------------------------|------------------------|
| Lauraceae | <i>Persea borbonia</i> | laurel rojo |
| | <i>Persea americana</i> | aguacate |
| | <i>Persea palustris</i> | laurel de los pantanos |
| | <i>Sassafras albidium</i> | sasafrás |
| | <i>Lindera latifolia</i> | benjui de Asia |
| | <i>Litsea elongata</i> | |
| | <i>Laurus nobilis</i> | |
| | <i>Cinnamomun camphora</i> | alcanfor |
| | <i>Cinnamomun osmophloeum</i> | |
| | <i>Phoebe zhennan</i> | |
| | <i>Phoebe neurantha</i> | |
| | <i>Machilus nanmu</i> | |
| | <i>Phoebe lanceolata</i> | |
| | <i>Litsea aestivalis</i> | |
| | <i>Lindera melissifoli</i> | |

| | | |
|------------------|---------------------------|-------------------|
| Fabaceae | <i>Leucaena glauca</i> | acacia bella rosa |
| Fagaceae | <i>Lithocarpus edulis</i> | |
| Dipterocarpaceae | <i>Shorea robusta</i> | |
| Theaceae | <i>Shima superba</i> | |

Fraedrich et al., 2008; Rabaglia et al., 2006; Hanula et al., 2008; CABI, 2020; EPPO, 2020

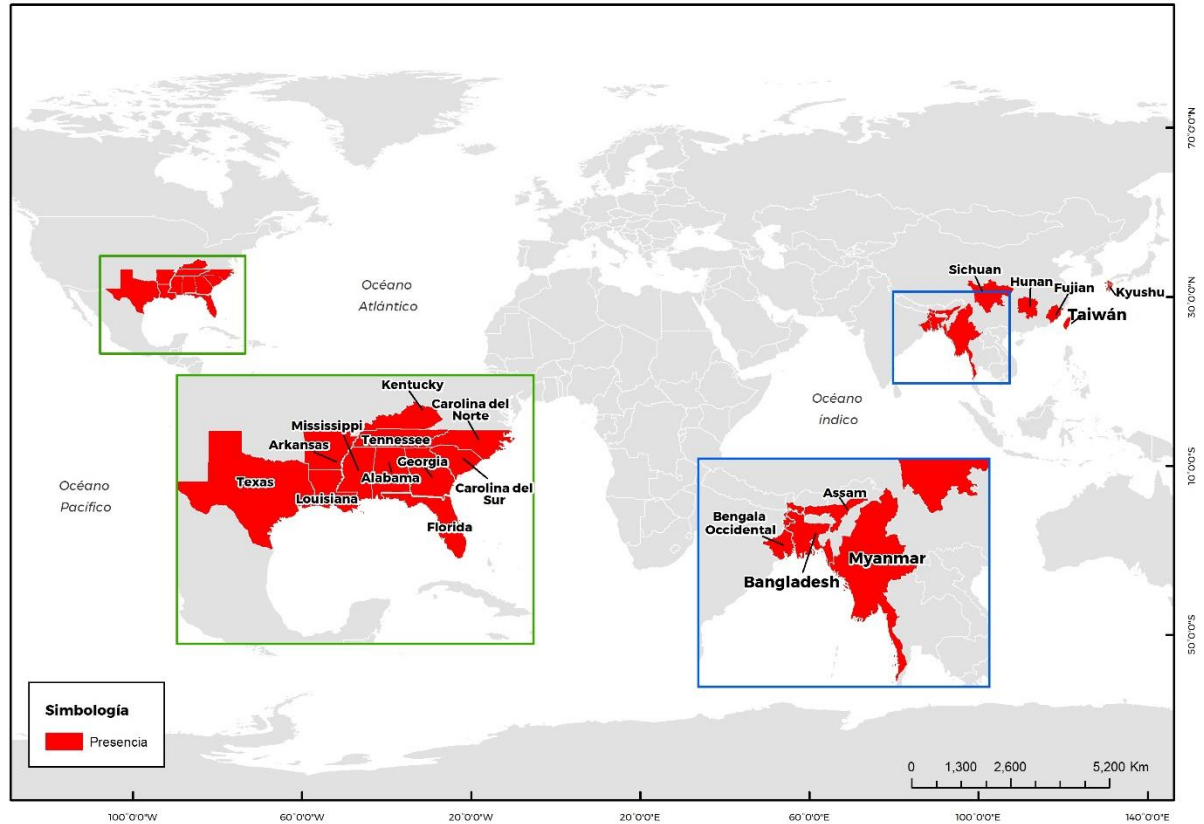
Estatus:

De acuerdo con la ficha técnica No. 48, elaborada por el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, el estatus de *Xyleborus glabratus* es **Plaga Ausente en México: no hay registros de la plaga** (SENASICA, 2019).

Distribución de *X. glabratus*

X. glabratus se encuentra presente en Asia: Bangladesh, China (Fujian, Hunan, Sichuan), India (Assam, Bengala Occidental), Japón (Kyushu), Myanmar, y Taiwán, y en el Norte de América: Estados Unidos (Alabama, Florida, Georgia, Mississippi, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Texas, Louisiana, Arkansas, Kentucky y Tennessee). *R. lauricola* se distribuye en las mismas zonas que el escarabajo (CABI, 2020; USDA, 2019; Departamento de Agricultura de Tennessee, 2020) (Figura 1).

Figura 1. Distribución Geográfica del Complejo escarabajo marchitez del laurel rojo *X. glabratus* - *R. lauricola*



Situación internacional:

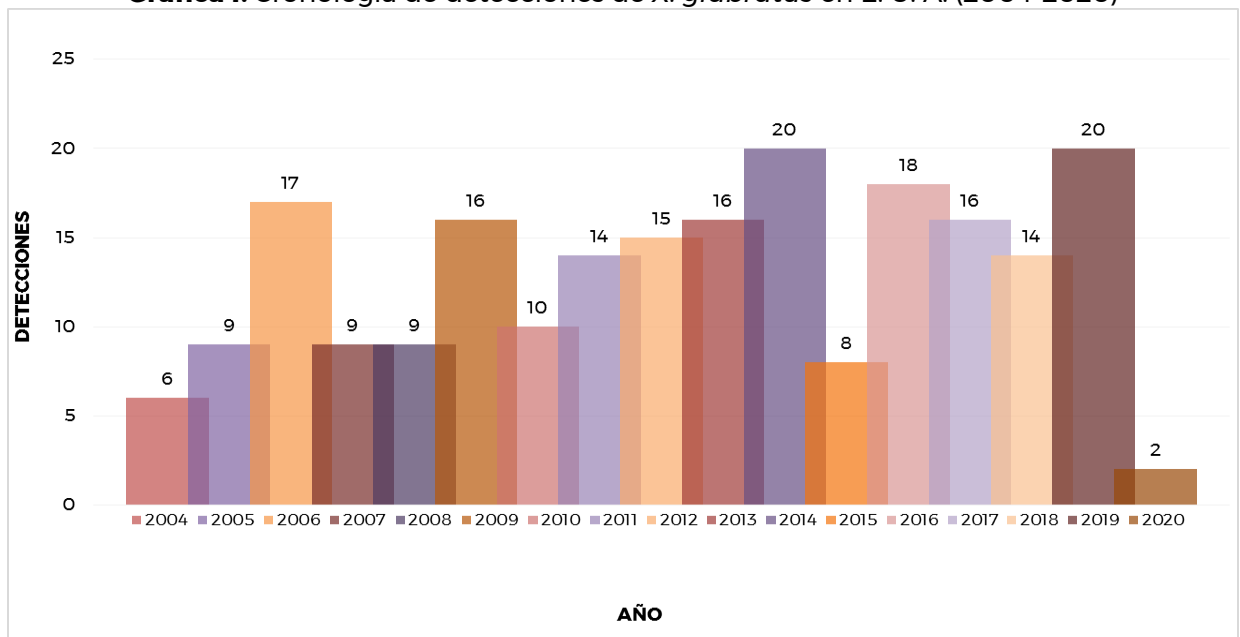


En Estados Unidos se detectó por primera vez en 2002, cerca de Savannah, Georgia, y Carolina del Sur en laurel rojo, causando una mortalidad importante en las especies arbóreas de la familia Lauraceae (Fraedrich *et al.*, 2008). Una hipótesis de su introducción, sugiere que se debió a embalaje de madera infestado, importado desde Asia. Ésta vía de movilización se ha corroborado en otros estudios (Bocanegra, 2012, citado en CONABIO, 2017). Desde su entrada a Estados Unidos, se ha expandido geográficamente a una tasa acelerada (Gráfica 1), esto debido a la temperatura templada (24-32 °C), amplia disponibilidad de hospedantes, y transporte de material infestado (FDACS, 2010; USDA, 2019).

En Estados Unidos, el cultivo de aguacate, no se ha visto significativamente afectado, sin embargo, se estima que el 2% de los árboles de aguacate en áreas de producción comercial de Florida se han perdido, las consecuencias directas van desde la disminución en las ventas del producto, daños de propiedad e incremento en los costos de producción que es de **\$356 millones de dólares**, sin control de la enfermedad, y de **\$183 millones de dólares** en áreas bajo control con 50% de efectividad (Evans *et al.*, 2010). Para Carolina, la propagación continua de la marchitez del laurel rojo y su vector, podrían representar una pérdida económica anual de **\$468 millones de dólares** (USDA, 2013, citado en Kendra *et al.*, 2014). A medida que se extiende la enfermedad, el Depósito Nacional de Germoplasma para el aguacate en Miami (USDA-ARS), la producción comercial, especies en zonas naturales y urbanas en otros Estados (por ejemplo, California y Hawái), protectorados estadounidenses (Puerto Rico) y otros países, están en riesgo (Ploetz *et al.*, 2017).

En enero del presente año se registró la detección de *X. glabratus* en los condados Robertson y Hamblen de Tennessee, EUA, en 2019 se registró en los condados Montgomery, Cheatham, Dickson y Williamson (Departamento de Agricultura de Tennessee, 2020), estas detecciones, ponen en evidencia la creciente dispersión del complejo escarabajo del laurel rojo en EUA y la necesidad de implementar acciones que limiten su dispersión, así como prever la posible entrada a estados como California (con alta producción de aguacate), dónde posiblemente el impacto negativo será mayor.

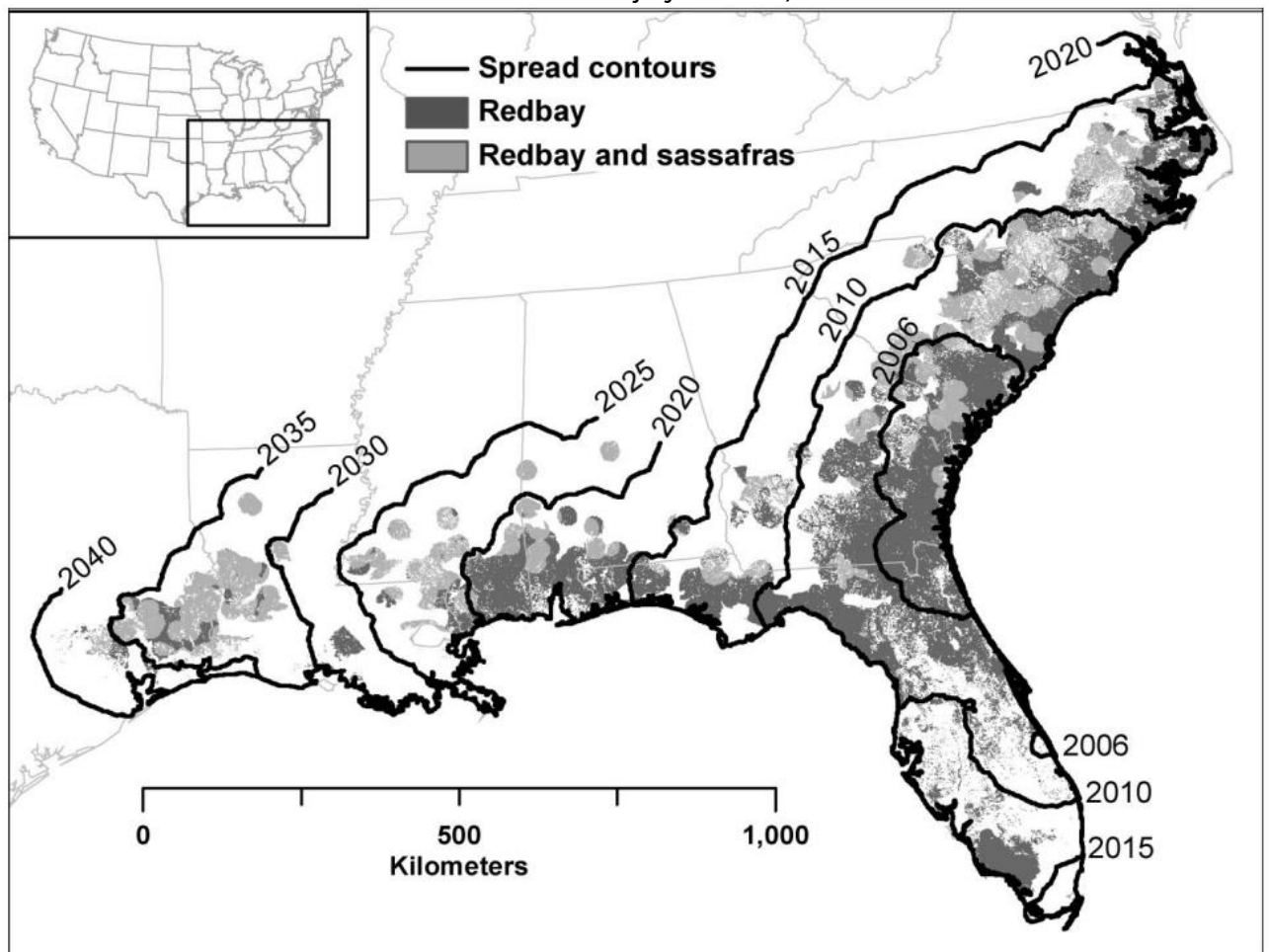
Gráfica 1. Cronología de detecciones de *X. glabratus* en E. U. A. (2004-2020)



USDA, 2019; Departamento de Agricultura de Tennessee, 2020.

Koch y Smith (2008), estructuraron un modelo para predecir la distribución de *X. glabratus* en EUA desde las primeras detecciones en 2002-2006 hasta 2040, generado con base en la densidad de laurel rojo, sasafrás y condiciones climáticas. Los resultados sugirieron que el área adecuada para la plaga se limitaba a la llanura costera del sureste de EUA (rango de distribución de laurel rojo), y que la tasa de dispersión, disminuiría con el paso del tiempo (Figura 2). Para el año 2040 la plaga se desplazaría hasta el estado de Texas, sin embargo, las áreas de detección actuales han rebasado las previstas por el modelo, en el cual no se consideró el factor antropogénico (traslado de madera), esta vía de dispersión es más factible que por dispersión natural, ya que las barreras naturales dejan de ser una limitante. La barrera natural que conformaba el Delta Mississippi fue sobrepasada, de tal manera que la plaga pudo establecerse en Texas (Lira-Noriega *et al.*, 2018). Koch y Smith (2008), mencionan que las tasas de dispersión varían de 30 a 100 km por año y a más de 200 km si se hace accidentalmente por el traslado de madera infestada, esto resulta preocupante, debido a que las importaciones de productos infestados incrementan el riesgo de manera considerable para los países en donde *X. glabratus* está ausente.

Figura 2. Modelo predictivo de la propagación de *X. glabratus* en el este de EUA, a lo largo del tiempo (Ponderación desde tres puntos de origen, superpuestos en un mapa de densidad de laurel rojo y sasafrás)

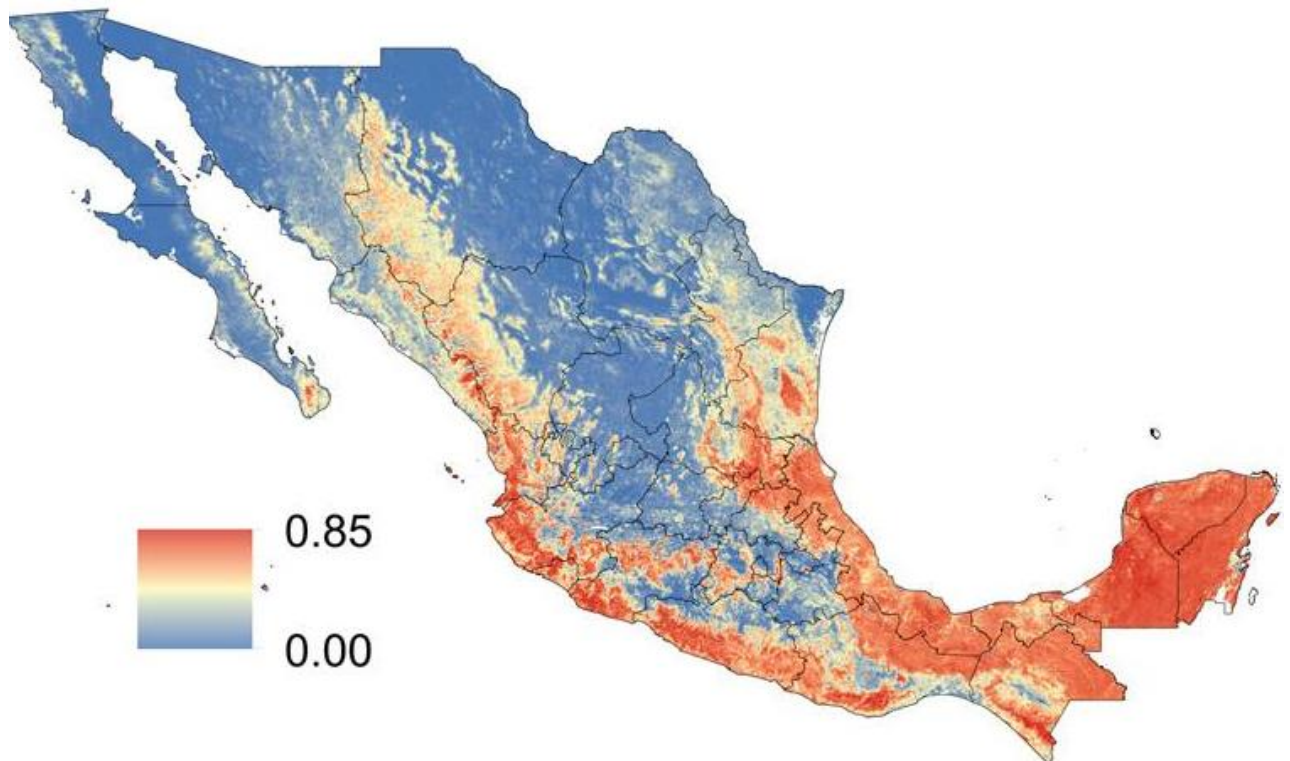


Tomada de Koch *et al.*, 2008.

Impacto potencial para México

En México existen condiciones climáticas y un hábitat apropiado para el desarrollo de *X. glabratus*, principalmente la costa del Golfo en donde están presentes la mayoría de las lauráceas silvestres y cultivadas (en menor grado), las cuales son hospedantes potenciales para la plaga (Figura 3) (Lira-Noriega *et al.*, 2018). La entrada del complejo escarabajo marchitez del laurel rojo, causaría afectaciones en los cultivos de aguacate, especies forestales y endémicas de la familia Lauraceae, tan sólo en Veracruz se han reportado 19 especies endémicas (Lira-Noriega *et al.*, 2018).

Figura 3. Distribución de la familia Lauraceae en México (Modelo de nicho ecológico).



0.85: distribución potencial de lauráceas

Tomada de: Lira-Noriega *et al.*, 2018

Para el país, el aguacate es un cultivo importante, ocupa el **primer lugar** a nivel mundial en producción, resaltando a los estados de Michoacán, Jalisco y Estado de México como los principales productores (SIAP, 2019). Considerando la producción de aguacate, los resultados del modelo de nicho ecológico elaborado por Lira-Noriega *et al.*, (2018) sugieren que las zonas de mayor vulnerabilidad son la región Centro-Occidente de México y la Península de Yucatán: **Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Hidalgo, Querétaro, Chiapas, Campeche y Yucatán**. En cuanto a las condiciones climáticas requeridas por *X. glabratus*, se menciona que las áreas de mayor riesgo son



la costa del Golfo de México entre Texas y Tamaulipas y el sureste, las cuales coinciden con la distribución de lauráceas en el país (Cuadro 2, Figura 3).

Cuadro 2. Entidades vulnerables a la entrada de *X. glabratus* en relación a un modelo de nicho ecológico (Lira-Noriega et al., 2018)

| Región tropical húmeda | Región tropical subhúmeda | Región templada | Otras |
|--|--|--|--|
| Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán | Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, México, Puebla y Oaxaca | Sinaloa, Sonora, Durango, Chihuahua y el Cinturón Transvolcánico Mexicano en Jalisco y Michoacán | Oaxaca y Cabo en la Península de Baja California |

De ingresar a territorio nacional, se pondrían en riesgo más de **231 mil hectáreas** de aguacate con una producción de más de **2 millones de toneladas** y un valor de más de **41 mil millones de pesos**, impactando negativamente el flujo comercial con países como Estados Unidos, Japón, Canadá, España, Francia, entre otros. Asimismo, serían afectados más de **187 mil empleos** directos y más de **70 mil familias** mexicanas (SIAP, 2019).

Riesgo de introducción de *X. glabratus* en México

Derivado de las detecciones del complejo escarabajo marchitez del laurel rojo en Estados Unidos, principalmente las de Texas (condados: Anderson, Grimes, Jefferson, Hardin, Jasper, Tyler y Polk) (Texas Invasive Species Institute, 2019), existe un alto riesgo de introducción en México por proximidad geográfica. Koch y Smith (2008), estiman que la dispersión natural de *X. glabratus* puede ser de 30 a 100 km por año. Ante este escenario, el riesgo de introducción está latente, por la distancia a las fronteras de Coahuila (293.47 km), Chihuahua (538.76 km), Nuevo León (420.73 km) y Tamaulipas (584.90 km) (Figura 4), pudiendo ingresar a México en años posteriores, no obstante, Atkinson (2014) sugiere que un factor que limita la dispersión natural de *X. glabratus* de Estados Unidos a México es una barrera formada por los matorrales xerófilos del sur de Texas y del norte de Tamaulipas (Figura 4). El matorral espinoso tamaulipeco cubre una superficie de 200 000 km² del noreste de México y sur de Texas, desde Llera de Canales y los límites de la Sierra Azul en Tamaulipas, hasta el Altiplano Edwards (“Edwards Plateau”) en Texas, y de la Sierra Madre Oriental hasta el Golfo de México (González, 1985; Diamond, Risking y Orzell, 1987; Jurado y Reid, 1989; citados en Pequeño-Ledezma, 2017). Sin embargo, se ha visto que la manera más factible de dispersarse es mediante el traslado de madera infestada, alcanzando más de 200 km por año (Koch y Smith, 2008), esto le permitiría a *X. glabratus* sobrepasar la barrera natural como ocurrió en Texas e introducirse en México, al contar con vías terrestres que conectan a Texas con México (Figura 4) por donde se pudiera transportar madera infestada con la plaga. La probabilidad de entrada por movimiento de material infestado vía terrestre es alta. Por lo que se debe mantener capacitado (para el reconocimiento de la plaga, daños y síntomas en el hospedante) al personal oficial que inspecciona las mercancías que ingresan por las Oficinas de Inspección de Sanidad Agropecuaria (OISA), ubicadas en la frontera norte del país, específicamente las que se encuentran en la frontera con Texas: Cd. Acuña, Coah., Cd. Juárez, Chih., Cd. Miguel Alemán, Tamps., Colombia, N.L., Matamoros, Tamps., Nuevo Laredo, Tamps., Ojinaga, Chih., Piedras Negras, Coah.,

Reynosa, Tamps., Cd. Camargo, Tamps., San Jerónimo, Chih. y Progreso, Tamps. (Figura 4).

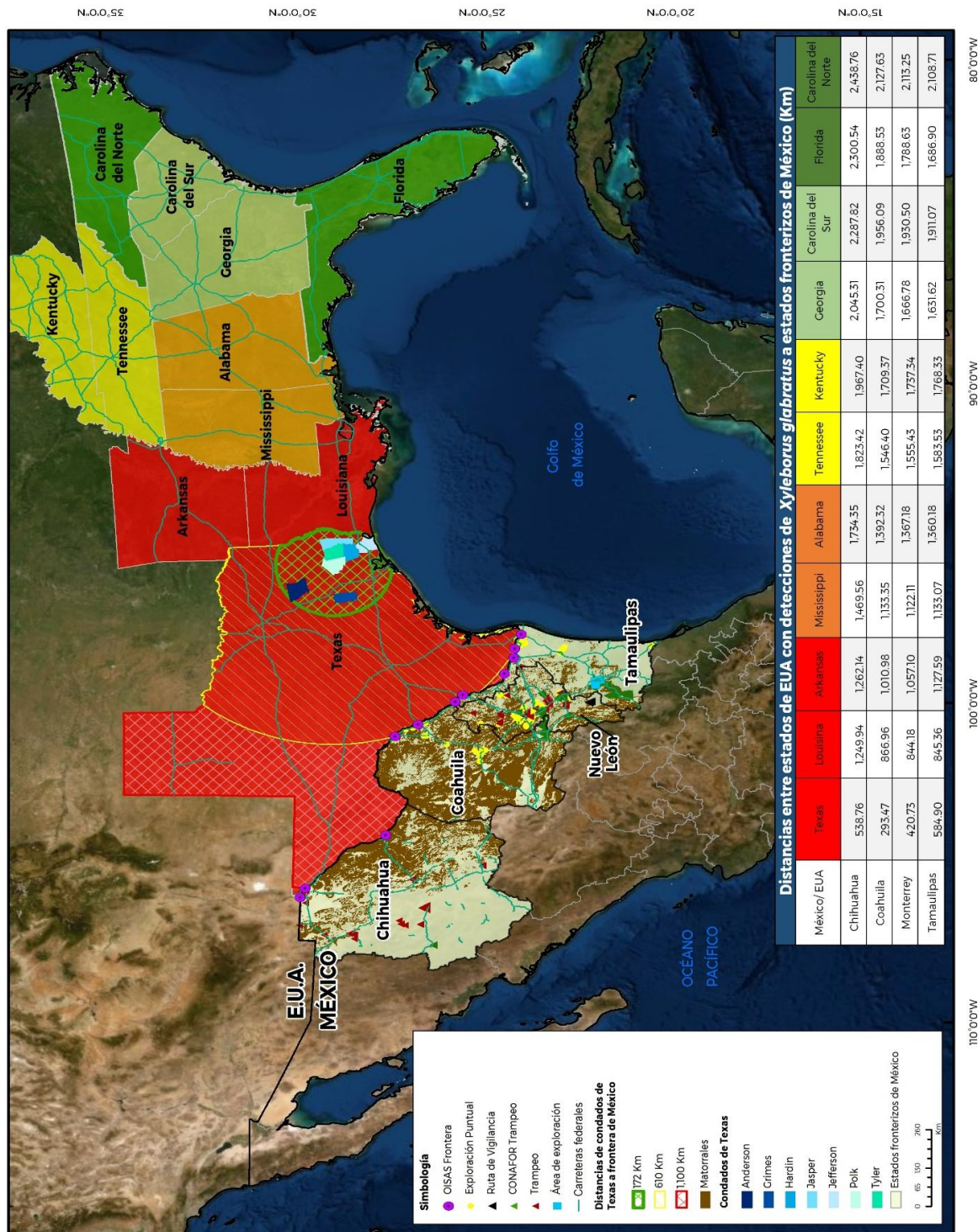


Figura 4. Proximidad de detecciones de *Xyleborus glabratus* en EUA a la frontera con México

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del SENASICA.

Por otro lado, el intercambio comercial con países en donde está presente la plaga puede ser una vía de entrada, principalmente mediante la importación de productos maderables que pudieran estar infestados (Koch y Smith, 2008) representando un riesgo alto. México importa alrededor de 2 millones 267 mil 186 toneladas de madera (Gráfica 2) de países como Brasil, Canadá, Chile, Estados Unidos y China (Trade Map, 2018), estos dos últimos con presencia de *X. glabratus*. Durante 2018 se importaron de China 5, 480 toneladas de madera aserrada o cortada longitudinalmente (fresno, arce, caoba, coníferas, etc.), mientras que las importaciones de EUA fueron mayores a 952 mil toneladas (cereza, fresno, arce, coníferas, etc.) (Cuadro 3), los productos exportados de China y EUA que representan riesgo se describen en el cuadro 3. De manera puntual Texas, exporta madera a México a través de vías terrestres (tren y camión) (Figura 5), Cabe mencionar que el ingreso de madera al país se regula mediante la NOM-016-SEMARNAT-2013, de igual manera, el embalaje de madera que sirve de soporte a otro tipo de mercancías, está regulado por la NOM-144-SEMARNAT-2012 que permiten prevenir la entrada de plagas a México (Cuadro 4).

Figura 5. Cadena de exportación de madera de Texas a México y el mundo

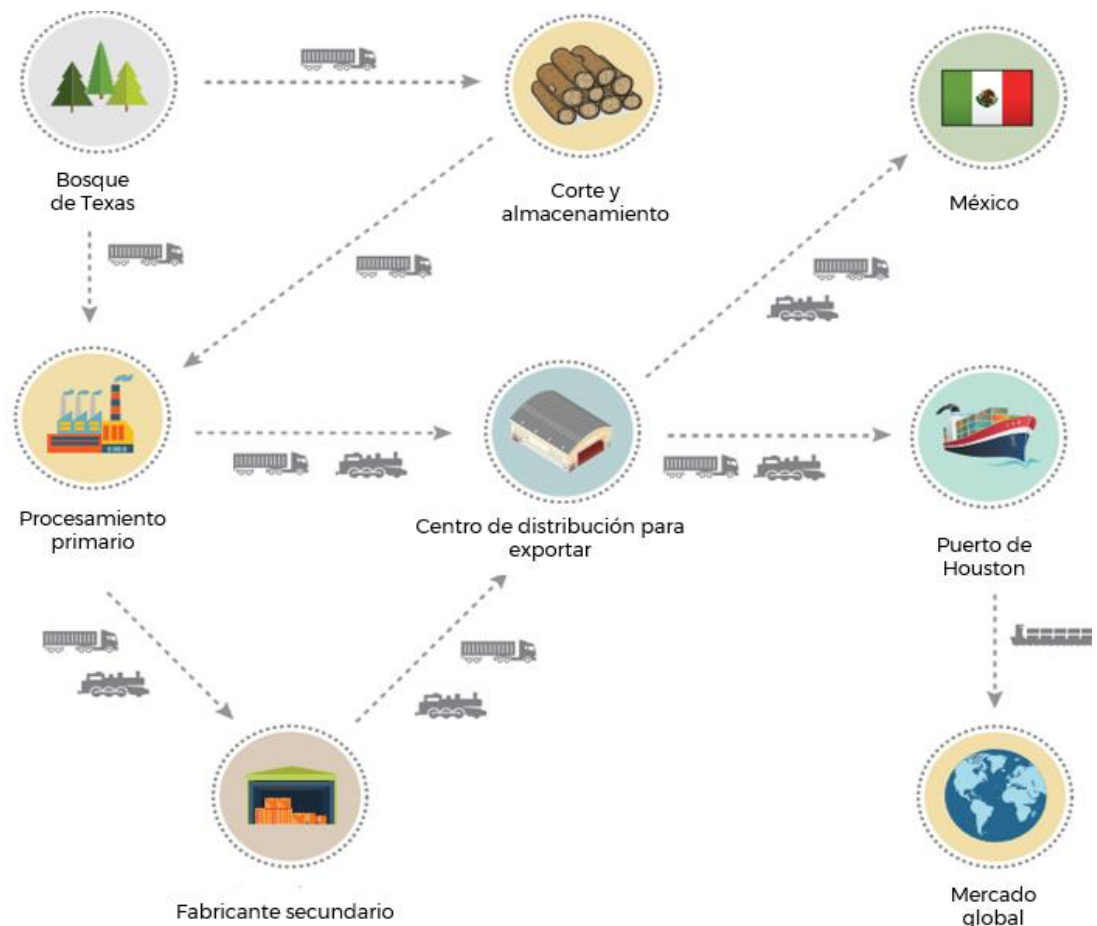
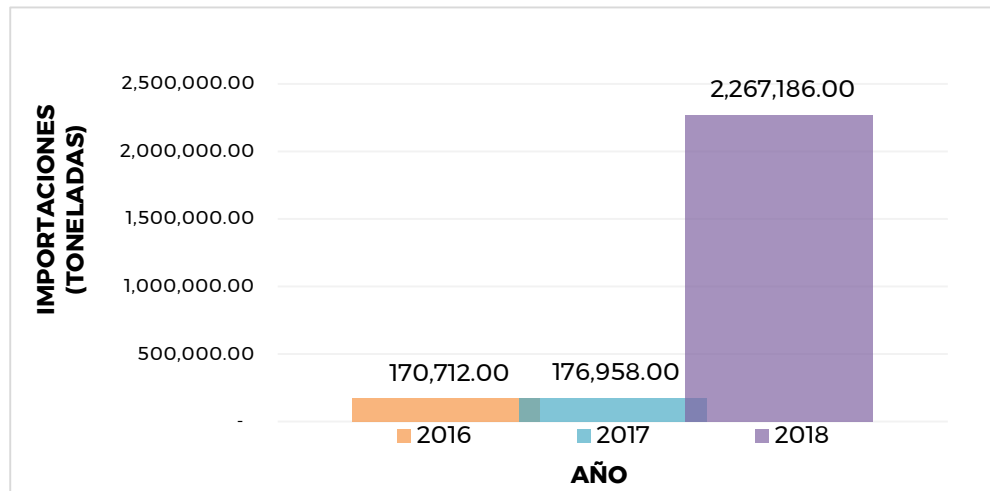


Imagen tomada de Prozzi y Kenney, 2016.

Gráfica 2. Importaciones de madera aserrada o cortada longitudinalmente en México (2016-2018).



Datos TradeMap, 2019

Cuadro 3. Productos importados de EUA y China

| Descripción del producto | Estados Unidos (toneladas) | China (toneladas) |
|---|----------------------------|-------------------|
| Madera en plaquitas o escamillas (exc. de las especies utilizadas principalmente como tintóreas o curtientes, así como de coníferas) | 278.00 | |
| Aserrín, desperdicios y material de desecho, incluso aglomerados en leños, briquetas o formas similares (sin pastillas) | 7,970.00 | 7.00 |
| Madera aserrada o descortezada longitudinalmente, cortada o desenrollada, incl. cepillada, lijada o unida por los extremos, de espesor > 6 mm | 96,438.00 | 5,480.00 |
| Total | 104,686.00 | 5,487.00 |

TradeMap, 2018

Cuadro 4. Especificaciones para la importación de madera aserrada y la utilización de embalaje de madera

| Especificaciones para madera aserrada (NOM-016-SEMARNAT-2013) | Especificaciones para embalaje de madera (NOM-144-SEMARNAT-2012) |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Estar libre de corteza • Presentar Certificado Fitosanitario emitido por la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria del país exportador, de conformidad con la NIMF No. 12. • Se debe sujetar a inspección fitosanitaria en el punto de ingreso al país en términos del Manual de procedimientos ^a. • Si en el punto de ingreso se detectan plagas o evidencia de plaga viva se procederá a la toma de muestra, y se aplicarán las medidas fitosanitarias establecidas en el dictamen técnico que emita la Secretaría (tratamiento y/o retorno o destrucción) ^b. • Contar con tratamiento térmico, que consiste en el calentamiento que alcance una temperatura | <ul style="list-style-type: none"> • Estar fabricado de madera descortezada • Contar con tratamiento térmico, que consiste en el calentamiento del embalaje que alcance una temperatura mínima al centro de la pieza de mayor espesor 56°C por mínimo 30 minutos, y adicionalmente fumigación con bromuro de metilo. • Marca para acreditar la aplicación de las medidas fitosanitarias (IPPC). |



mínima al centro de la pieza de mayor espesor 56°C por mínimo 30 minutos, o fumigación con bromuro de metilo (Sello de fumigación en todos los lados).

^a Manual de procedimientos para la importación y exportación de vida silvestre, productos y subproductos forestales, y materiales y residuos peligrosos, sujetos a regulación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, DOF, 2004.

^b Artículo 136 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Entre las plagas cuarentenarias asociadas a la madera aserrada, nueva de importación, se incluye a *Xyleborus* sp., exceptuando especies nativas de México (NOM-016-SEMARNAT-2013) y entre los países que importan éste producto y que no requieren mostrar un Análisis de Riesgo de Plagas están Estados Unidos, China y Taiwán (con presencia de *X. glabratus*) (Figura 1), por lo que es importante realizar actividades de inspección por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en puntos de entrada al país impidiendo el ingreso de madera que presente irregularidades, como la madera aserrada nueva seca al aire, húmeda o verde por su contenido de humedad, debido al riesgo fitosanitario que representa para México.

Asimismo, se importan plantas de aguacate para sembrar o plantar, originarias y procedentes de EUA, mediante la clave de combinación 2181-131-4512-USA-USA, debido a que el riesgo está asociado a la vía, el certificado fitosanitario debe especificar que el producto se encuentra libre de *Raffaelea lauricola*.

Acciones en México

A partir de 2013, la Dirección General de Sanidad Vegetal del SENASICA estableció el Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria utilizando un sistema de trampeo en huertos de aguacate en las principales zonas productoras y en puntos de entrada, con la finalidad de detectar oportunamente al complejo ambrosial (*X. glabratus*-*R. lauricola*), además se cuenta con un plan de emergencia ante una detección del complejo en cualquier parte de la república (SAGARPA-SENASICA, 2016). Actualmente, el Complejo escarabajo ambrosia del laurel rojo se encuentra bajo Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria en 29 estados de la República Mexicana (Cuadro 4, Figura 6). Como estrategia operativa se llevan a cabo actividades de **exploración, rutas de vigilancia, rutas de trampeo y plantas centinela** en puntos de ingreso al país (SIRVEF, 2020).

Como parte de las estrategias de vigilancia, durante 2019 se enviaron 374 muestras sospechosas a *X. glabratus* y 292 a *R. lauricola*, las cuales resultaron negativas, asimismo, en los puntos de ingreso al país se analizaron 27 muestras sospechosas a *R. lauricola* provenientes de EUA, con resultados negativos a la plaga (SINALAB, 2019). Cabe mencionar que las especies de escarabajos identificadas fueron: *Pityophtharus* sp., *Gnathotrichus* sp., *Hypothenemus* sp., *Xyleborus morulus*, *X. volvulus*, *X. affinis*, *X. ferruginus*, *Dendrocranulus* sp., *Coccotrypes carpophagus*, de las cuales *X. affinis*, *X. ferrugineus* y *X. volvulus* son posibles vectores de *R. lauricola* (Castrejón-Antonio et al., 2017; Saucedo-Carabez et al., 2018; Avery et al., 2018; Harrington et al., 2008; Carrillo et al., 2014).

Para sumar esfuerzos, en 2015, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) amplió el sistema de trampeo a otros Estados del país y actualmente lleva a cabo vigilancia en

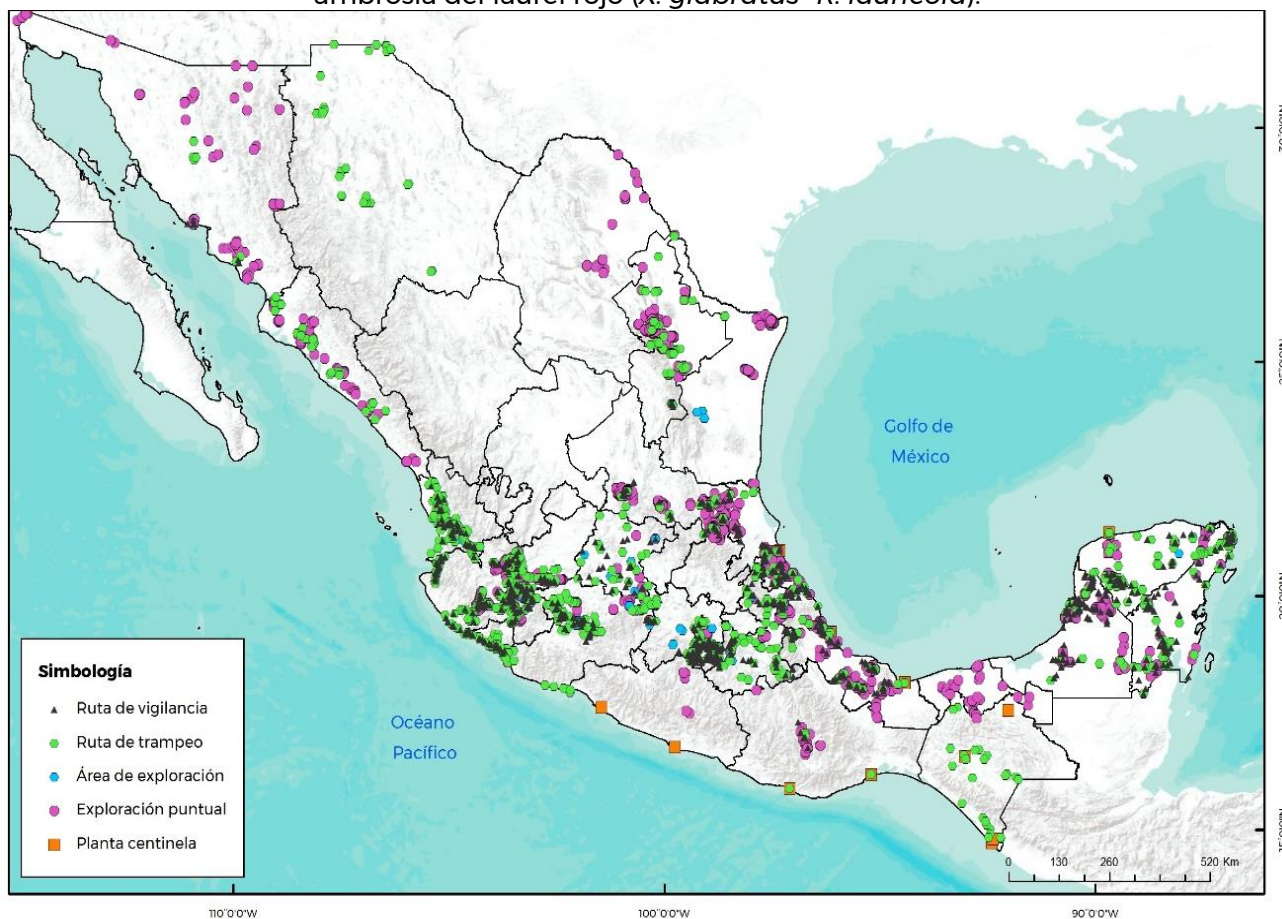
Acciones:

áreas forestales (Figura 4). En coordinación con SENASICA ejecutan el “Programa de monitoreo de escarabajos ambrosiales”.

Cuadro 5. Estados bajo Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria

| Estados |
|---|
| Aguascalientes, Baja California, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán. |

Figura 6. Estrategias de vigilancia epidemiológica fitosanitaria 2020 para el Complejo escarabajo ambrosia del laurel rojo (*X. glabratus*- *R. lauricola*).



GEOMATICA-03-SENASICA © 2020
FECHA: 21 FEBRERO 2020

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del SENASICA.

En el aspecto normativo, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) inspecciona la entrada de productos maderables importados a México, en puertos, aeropuertos y fronteras, y verifica el cumplimiento de normas como la NOM-016-SEMARNAT-2013 que permite prevenir la entrada de plagas cuarentenarias asociadas a la madera aserrada, y la NOM-144-SEMARNAT-2012, que establece las medidas fitosanitarias (reconocidas internacionalmente) que reducen el riesgo de introducción



y/o diseminación de plagas cuarentenarias asociadas al embalaje de madera que sirve de soporte a otro tipo de mercancías.

Por la importancia que representan los escarabajos ambrosiales para México, en 2014, se llevó a cabo un Simposio internacional sobre manejo y control de plagas cuarentenarias (Caso: escarabajos ambrosiales, *Xyleborus glabratus* y *Euwallacea* sp.) en Xalapa, Veracruz, México, organizado por la Red de Estudios Moleculares Avanzados (REMAV) del Instituto de Ecología (INECOL), en coordinación con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y con la colaboración del SENASICA y del Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario (CONACOFI). En éste evento, se abordaron datos relevantes sobre el manejo y estudio de los escarabajos ambrosiales, y se destacó la importancia de crear redes científicas que permitan contrarrestar, mitigar y dar solución a los efectos negativos que traería consigo el ingreso de éstas plagas a México en zonas de producción y reservorio genético de aguacate y lauráceas. Asimismo, se han realizado simulacros de detección del complejo para identificar áreas de oportunidad ante una eventual detección.

De igual manera se lleva a cabo el proyecto “Generación de estrategias científico-tecnológicas con un enfoque multidisciplinario e interinstitucional para afrontar la amenaza que representan los complejos ambrosiales en los sectores agrícola y forestal de México”, por el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT, CONACYT), México, el cual tiene como objetivo, hacer frente a la problemática que representan las enfermedades transmitidas por los complejos ambrosiales: *X. glabratus* - *R. lauricola* y *Euwallacea* sp. - *F. euwallaceae*, mediante un enfoque multidisciplinario e interinstitucional, con fecha de inicio en febrero de 2018 y con fecha de término en octubre de 2020.

Avances de investigación en México

- Méndez-Bravo *et al.* (2014): el proyecto financiado por SAGARPA y desarrollado por una comunidad de científicos de la Unidad de Genómica Avanzada (UGA) proporcionó avances sobre la secuenciación del genoma del aguacate, lo cual contribuye con información relevante para detectar variedades resistentes, y hacer frente a la amenaza creciente que representan los complejos ambrosiales y otras plagas para el aguacate.
- García-Guevara *et al.* (2018): utilización de trampas multiembudo tipo Lindgren® de ocho unidades cebadas con los semioquímicos Querciverol y α -Copaeno, como una forma de implementar sistemas de monitoreo que permitan detectar de manera oportuna la presencia de cualquier complejo ambrosial que represente un riesgo, con el fin de aplicar las medidas fitosanitarias necesarias para mitigar su dispersión y establecimiento.
- Lira-Noriega *et al.* (2018): generaron un modelo predictivo basado en el nicho ecológico con base en condiciones climáticas. Los resultados muestran que las áreas con mayor riesgo de invasión por *X. glabratus* se sitúan en la vertiente del Golfo de México y en la Península de Yucatán por la distribución de lauráceas y condiciones climáticas favorables.
- Rendón-Anaya *et al.* (2019): obtuvieron la secuencia del genoma del aguacate, lo cual permitirá desarrollar variedades resistentes, para combatir las enfermedades que amenazan los cultivos.



Acciones en Estados Unidos

Como parte del Sistema Nacional de Recuperación de Enfermedades de las Plantas (NPDRS), a partir del 2017 se lleva a cabo el Plan de recuperación para el marchitamiento del laurel rojo en aguacate, causado por *Raffaelea lauricola*, establecido en la Directiva Presidencial de Seguridad Nacional Número 9 (HSPD-9), su objetivo es evaluar el estado de los componentes críticos de recuperación e identificar las necesidades de investigación, extensión y educación sobre el manejo de la enfermedad (Ploetz *et al.*, 2017). □

Control

X. glabratus es una plaga capaz de introducirse y establecerse en diversos ecosistemas. Para prevenir la dispersión del escarabajo en nuevas áreas, se debe prohibir y evitar el traslado de madera de árboles infestados. Los árboles con síntomas confirmados deben eliminarse para evitar la propagación del vector y del patógeno (Cameron *et al.*, 2008). Es recomendable que se utilice madera certificada (con previo tratamiento térmico) en caso de querer trasladarla. La madera tratada con calor se seca en un horno grande a un bajo contenido de humedad, matando insectos y reduciendo el riesgo de reinfestación. Dichos tratamientos, si se realizan bajo los estándares del USDA, a menudo se etiquetan como "certificado de tratamiento térmico" y representan la opción más segura al comprar leña (Departamento de Agricultura de Tennessee, 2020).

Para el manejo en los cultivos de aguacate, los productores deben mantener árboles sanos previniendo el estrés de las plantas causado por factores bióticos y abióticos (Mann *et al.*, 2018). La detección de escarabajos adultos implica monitorear trampas y áreas propensas a infestación. Para optimizar el uso de trampas se ha propuesto colocarlas a 0.35 m y 1 m del suelo (Brar *et al.*, 2012). Se ha demostrado que una vez que los escarabajos perforan los árboles, los insecticidas de contacto son ineficientes, deben ser implementados cuando los escarabajos adultos se encuentran en el árbol. Los insecticidas malatión y z-cypermctrina+bifentrina proporcionan la mejor supresión de *X. glabratus*, y entre los insecticidas registrados para el uso en aguacate, la fenpropatina y el malatión son los más efectivos (Peña *et al.*, 2011; Carrillo *et al.*, 2017). Para una detección temprana se recomienda el uso de trampas (con atrayentes como el: α -copaeno) (Owens *et al.*, 2017). Ploetz *et al.*, (2017) mencionan que ciertas variedades mexicanas y guatemaltecas son significativamente tolerantes a la marchitez del laurel rojo, por lo que posteriormente podrían emplearse para mitigar el riesgo de contraer la enfermedad.



Conclusiones

Considerando las condiciones climáticas idóneas del país, la dispersión natural de *X. glabratus* (30 a 100 km por año), la cercanía con las fronteras de México ante las detecciones en Texas, EUA, es de suma importancia reforzar las actividades de VEF en zonas con aptitud climática y presencia de hospedantes potenciales para el establecimiento de la plaga. Asimismo, realizar actividades de inspección por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente verificando el cumplimiento de la normatividad e impidiendo el ingreso de productos maderables que presenten irregularidades, sobre todo aquellos que provengan de los estados de EUA en dónde se han registrado detecciones, no omitiendo las importaciones de madera procedentes de China.

Los modelos de predicción pueden obtener datos importantes para determinar qué áreas son más propensas a la introducción de *X. glabratus*, es por ello que cualquier estimación puede ser de gran utilidad para avanzar en las estrategias de vigilancia. Con base en el modelo de Lira-Noriega *et al.*, (2018) y tomando como prioridad la producción de aguacate se sugiere enfatizar las acciones de SENASICA en los estados de: **Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Hidalgo, Querétaro, Chiapas, Campeche y Yucatán**, y en los estados fronterizos de **Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas**, por presentar distancias más cercanas a los condados de Texas, dado que se ha comprobado que las barreras físicas no son una limitante para evitar la introducción y dispersión de la plaga debido al movimiento antropogénico de material infestado.

Referencias

- Atkinson** T. Distribution, biogeography and systematics of ambrosia beetles in Mexico. Noviembre 2014. En: Méndez-Bravo A. (Presidente), Academic and Technical Workshop on *Xyleborus glabratus* and *Euwallacea* sp. Simposio internacional sobre manejo y control de plagas cuarentenarias en el aguacatero Xalapa, Veracruz, México.
- Avery** P. B., Bojorque V., Gámez C., Duncan R. E., Carrillo D., Cave R. D., 2018. Spore Acquisition and Survival of Ambrosia Beetles Associated with the Laurel Wilt Pathogen in Avocados after Exposure to Entomopathogenic Fungi. *Insects* 9(2): 49. 10.3390/insects9020049.
- Bocanegra-Flores** D. A. 2012. Análisis de riesgo del escarabajo ambrosía del laurel (*Xyleborus glabratus* Eichhoff.) como una plaga potencial para el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Brar** G. S., Capinera J. L., McLean S., Kendra P. E., Ploetz R. C., Peña, J. E. 2012. Effect of Trap Size, Trap Height and Age of Lure on Sampling *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), and its Flight Periodicity and Seasonality. *Florida Entomologist*, 94(4):1003-1011. doi: <http://dx.doi.org/10.1653/024.095.0428>.
- Brar** G. S., Capinera J. L., Kendra P. E., McLean S., Peña J. E. 2013. Life Cycle, Development, and Culture of *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Florida Entomologist*, 96(3), 1158-1167.
- CABI**. Crop Protection Compendium. 2020. *Xyleborus glabratus* (redbay ambrosia beetle). En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/118760>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- Cameron** R. S., Bates C., Johnson J., 2008. Distribution and Spread of Laurel Wilt Disease in Georgia: 2006-08 Survey and Field Observations.
- Carrillo** D., Crane J. H., Peña J. E. 2013. Potential of contact insecticides to control *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae), a vector of laurel wilt disease in avocados. *Journal of Economic Entomology*. Vol. 106(6): 2286-95. <https://doi.org/10.1603/EC13205>.



- Carrillo D., Dunca R., Ploetz R., y Peña J. E.** 2014. Ambrosia beetles associated with laurel wilt-affected avocados orchards in south Florida. En: A. Méndez-Bravo (Presidencia), Simposio internacional sobre manejo y control de plagas cuarentenarias en el aguacatero. Xalapa, Veracruz, México.
- Castrejón-Antonio J. E., Montesinos-Matías R., Acevedo-Reyes N., Tamez-Guerra P., Ayala-Zermeño M. A., Berlanga-Padilla A. M. y Arredondo-Bernal H. C.** 2017. Especies de *Xyleborus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) asociados a huertos de aguacate en Colima, México. *Acta Zool. Mex. Xalapa*. 33 (1): 146-150.
- CONABIO.** Comisión Nacional de Biodiversidad. 2017. Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Xyleborus glabratus* Eichhoff, 1877. En línea: http://enciclovida.mx/pdfs/exoticas_invasoras/Xyleborus%20glabratus.pdf. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- CONABIO.** Comisión Nacional de Biodiversidad. 2019. Matorrales. En línea: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/Matorral>. Fecha de consulta: marzo de 2020.
- Crane J. H., Peña J. y Osborne J. L.** 2008. Redbay Ambrosia Beetle-Laurel Wilt Pathogen: A Potential Major Problem for the Florida Avocado Industry. University of Florida.
- Departamento de Agricultura de Tennessee.** 2020. Moving Firewood Transports Tree-Killing Insects and Diseases. En línea: <http://www.firewoodscout.org/s/TN/>. Fecha de consulta: marzo de 2020.
- Departamento de Agricultura de Tennessee.** 2020. Condados adicionales afectados por la enfermedad de Laurel Wilt. En línea: <https://www.tn.gov/agriculture/news/2020/1/6/additional-counties-affected-by-laurel-wilt-disease.html>. Fecha de consulta: marzo de 2020.
- DOF.** Diario Oficial de la Federación. 2004. Manual de procedimientos para la importación y exportación de vida silvestre, productos y subproductos forestales, y materiales y residuos peligrosos, sujetos a regulación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En línea: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=677303&fecha=29/01/2004. Fecha de consulta: marzo de 2020.
- EPPO.** European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2019. EPPO Alert List - *Raffaelea lauricola* (laurel wilt) and its insect vector (*Xyleborus glabratus*). En línea: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_fungi/raffaelea_lauricola. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- Equihua-Martínez.** 2014. Monitoring ambrosia beetles in Mexico. Noviembre 2014. En: Méndez-Bravo A. (Presidente), Academic and Technical Workshop on *Xyleborus glabratus* and *Euwallacea* sp. Simposio internacional sobre manejo y control de plagas cuarentenarias en el aguacatero Xalapa, Veracruz, México.
- Evans E. A., Crane J., Hodges A. y Osborne J. L.** 2010. Potential Economic Impact of Laurel Wilt Disease on the Florida Avocado Industry. *HortTechnology*. 20: 234- 238. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.1.234>
- FAO.** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018. Producción Forestal y comercio. En línea: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/FO/visualize>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- FDACS.** Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. 2010. Firewood movement rule (5B-65). Cooperative Agricultural Pest Survey Program. En línea: <https://www.fdacs.gov/Agriculture-Industry/Pests-and-Diseases/Plant-Pests-and-Diseases/Laurel-Wilt-Disease>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- Forest Health,** 2018. Distribución de los condados con Laurel Wilt., EE. UU.: Forest Health: Southern Regional Extension Forestry. <http://southernforesthealth.net/diseases/laurel-wilt/distribution-map>.
- Fraedrich S. W., Harrington T. C., Rabaglia R. J., Mayfield A. E., Hanula J. L., Eickwort J. M., Miller D. R.** 2008. A fungal symbiont of the redbay ambrosia beetle causes a lethal wilt in redbay and other Lauraceae in the Southeastern United States. *Plant Disease* 92: 215-224.
- Fraedrich S., Johnson W., Menard R., Harrington T. Olatinwo R., y Best S.** 2015. First Report of *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and Laurel Wilt in Louisiana, USA: The Disease Continues Westward on Sassafras, *Florida Entomologist* 98(4), 1266-1268. <https://doi.org/10.1653/024.098.0445>.
- García-Guevara J. F., García-Ávila C., Acevedo-Reyes N., Vergara-Pineda S.** 2028. Escarabajos (Curculionidae: Scolytinae) asociados a trampas en huertos de *Persea americana* Miller, 1768 en cuatro municipios de Michoacán. *Entomología Agrícola*.



- Hanula** J. L., Mayfield A. E., Fraedrich S. W., Rabaglia R. J. 2008. Biology and host associations of redbay ambrosia beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), exotic vector of laurel wilt killing redbay trees in the southeastern United States. *Journal of Economic Entomology* 101: 1276-1286.
- Harrington** T. C., Fraedrich S. W. y Aghayeva D. N. 2008. *Raffaelea lauricola*, a new ambrosia beetle symbiont and pathogen on the Lauraceae. *Mycotaxon* 104: 399-404.
- Harrington** T., Fraedrich S., y Aghayeva D. 2008. *Raffaelea lauricola* a new ambrosia beetle symbiont and pathogen on the Lauraceae. *Mycotaxon*, 104, 399-404.
- Harrington** T.C., Aghayeva D.N. y Fraedrich, S.W. 2010. New combinations in *Raffaelea*, *Ambrosiella*, and *Hyalorhinocladia*, and four new species from the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*.
- Hughes** M. A., Smith J. A., Kendra P. E., Mayfield A. E., Hanula J. L. Hulcr J., Stelinki L. L., Cameron S., Riggins J. J., Carrillo D., Rabaglia R., Eickwort J. y Pernas T. 2015. Recovery Plan for Laurel Wilt on Redbay and Other Forest Species Caused by *Raffaelea lauricola* and Disseminated by *Xyleborus glabratus*. National Plant Disease Recovery System (NDRS). *Plant Health Progress*. 16(4): 173-210.
- IPPC. 2019.** Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 8 Determinación de la situación de una plaga en un área. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (IPPC). En línea: <https://www.ippc.int/es/publications/612/>. Fecha de consulta: enero de 2020.
- Kendra** P. E., Montgomery W. S., Niogret J., Pruett G. E., Mayfield A. E. III, MacKenzie M., et al. 2014. North American Lauraceae: Terpenoid Emissions, Relative Attraction and Boring Preferences of Redbay Ambrosia Beetle, *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *PLoS ONE* 9(7): e102086. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102086>
- Koch** F. H. y Smith W. D. 2008. Spatio-temporal analysis of *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) invasion in eastern US forests. *Environmental Entomology* 37: 442-452.
- López-Buenfil** J. A., González-Gómez R., Montiel-Castelán J. M., Laureano-Ahuelicán B., Díaz-López, J., Álvarez-Castañeda, J., García-Ávila, C. J., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E.G. 2017. Estrategias de vigilancia epidemiológica de los complejos de escarabajos ambrosiales *Xyleborus glabratus*-*Raffaelea lauricola* y *Euwallacea* sp.-*Fusarium euwallaceae*, en aguacate en México. *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate*. 04 - 07 de septiembre 2017. Ciudad Guzmán, Jalisco, México.
- Lira-Noriega**, A., Soberón, J., & Equihua, J. 2018. Potential invasion of exotic ambrosia beetles *Xyleborus glabratus* and *Euwallacea* sp. in Mexico: A major threat for native and cultivated forest ecosystems. *Scientific reports*, 8(1), 10179. doi:10.1038/s41598-018-28517-4
- Mann** R., Hulcr J., Peña J., Stelinski L. 2018. Redbay Ambrosia Beetle *Xyleborus glabratus* Eichhoff (Insecta: Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). University of Florida. IFFAS Extension. En línea: https://edis.ifas.ufl.edu/in886#FOOTNOTE_2. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- Méndez-Bravo et al.**, Avocado Genome Sequencing Project. Noviembre 2014. En: Méndez-Bravo A. (Presidente), Academic and Technical Workshop on *Xyleborus glabratus* and *Euwallacea* sp. Simposio internacional sobre manejo y control de plagas cuarentenarias en el aguacatero, Xalapa, Veracruz, México.
- NOM-016-SEMARNAT-2003.** Que regula fitosanitariamente la importación de madera aserrada nueva. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. En línea: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6649/1/nom-016-semarnat-2013.pdf>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- NOM-144-SEMARNAT-2012.** Que establece las medidas fitosanitarias reconocidas internacionalmente para el embalaje de madera, que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-144-semarnat-2012>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- Owens** D., Wayne S., Montgomery T. Narvaez M. A., Deyrup P. y Kendra E. 2017. Evaluation of Lure Combinations Containing Essential Oils and Volatile Spiroketals for Detection of Host-Seeking *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), *Journal of Economic Entomology*, Vol. 110 (4): 1596-1602, <https://doi.org/10.1093/jee/tox158>.
- Peña** J. E., Crane J. H., Capinera J. L., Duncan R. E., Kendra P. E., Ploetz R. C., McLean S., Brar G., Thomas M. C., y Cave R. D. 2011. Chemical Control of the Redbay Ambrosia Beetle, *Xyleborus glabratus*, and Other Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist*, 94(4), 882-896. <https://doi.org/10.1653/024.094.0424>
- Pequeño-Ledezma** M. G. Alanís-Rodríguez E., Jiménez-Pérez J., Aguirre-Calderón O. A., González-Tagle A., Molina-Guerra V. M. 2017. Análisis estructural de dos áreas del matorral espinoso tamaulipeco del



noreste de México. Madera y Bosques, [S.I.], v. 23, n. 1, p. 121-132, abr. 2017. ISSN 2448-7597. Disponible en: <<http://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/1125/1632>>.

- Ploetz** R. C., Peña, J. E., Smith, J. A., Dreaden, T. J., Crane, J. H., Schubert, T., Dixon, W., 2011. Laurel Wilt, caused by *Raffaelea lauricola*, is confirmed in Miami-Dade county, center of Florida's commercial avocado production. *Plant Disease*, 95(12): 1589. <http://apsjournals.apsnet.org/loi/pdis> doi: 10.1094/PDIS-08-11-0633
- Ploetz** R. C., Thant Y. Y., Hughes, M. A. Dreaden T. J., Konkol J. L., Kyaw A. T., Smith J. A., Harmon C. L., 2016. Laurel wilt, caused by *Raffaelea lauricola*, is detected for the first time outside the southeastern United States. *Plant Disease*, 100(11), 2166-2167. <http://apsjournals.apsnet.org/loi/pdis>
- Ploetz** R. C., Konkol J. L., Narvaez T., Duncan, R. E., Saucedo, R. J., Campbell, A., Mantilla, J., Carrillo, D., Kendra, P. E., 2017. Presence and prevalence of *Raffaelea lauricola*, cause of laurel wilt, in different species of ambrosia beetle in Florida, USA. *Journal of Economic Entomology*, 110(2), 347-354. <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/110/2/347/2888468/Presence-and-Prevalence-ofRaffaelea-lauricola?redirectedFrom=fulltext> doi: 10.1093/jee/tow292
- Ploetz** R. C., Hughes M. A., Kendra P. E., Fraedrich S. W., Carrillo D., Stelinski L. L., Hulcr J., Mayfield A. E., III, Dreaden T. J., Crane, J. H., Evans E. A., Schaffer B. A., Rollins J. A., 2017. Recovery plan for laurel wilt of avocado, caused by *Raffaelea lauricola*. *Plant Health Progress*, (No.April), PHP-12-16-0070-RP. <http://www.plantmanagementnetwork.org/php/elements/sum2.aspx?id=10948>
- Prozzi** J. y Kenney M. 2016. Moving Texas Exports: Examining the role of transportation in the timber, wood, and wood product export supply chain. En línea: <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/TTI-2016-6.pdf>. Fecha de consulta: marzo de 2020.
- Rabaglia** R. J., Dole S. A., Cognat A. I. 2006. Review of American Xyleborina (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) occurring North of Mexico, with an illustrated key. *Annals of the Entomological Society of America* 99: 1034-1056.
- Rendón-Anaya** M. Ibarra-Laclette E., Méndez-Bravo A., Lan T., Zheng C., Carretero-Paulet L., Pérez-Torres C. A. et al. 2019. The avocado genome informs deep angiosperm phylogeny, highlights introgressive hybridization, and reveals pathogen-influenced gene space adaptation. *PNAS*. 116 (34) 17081-17089. <https://doi.org/10.1073/pnas.1822129116>.
- Saucedo-Carabez** J. R., Randy C. Ploetz, J. L. Konkol, D. Carrillo, R. Gazis. 2018. Partnerships Between Ambrosia Beetles and Fungi: Lineage-Specific Promiscuity Among Vectors of the Laurel Wilt Pathogen, *Raffaelea lauricola*. *Microb Ecol*. 76 (4): 925-940. doi: 10.1007 / s00248-018-1188-y.
- SENASICA**. 2020. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica No. 48. En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466350/5.Ficha_T_cnica_Complejo_escarabajo_ambrosia_del_laurel_rojo.pdf.
- SIAP**. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2019. En línea: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- SIAP**. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2019. Panorama Agroalimentario. En línea: https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2019/Atlas-Agroalimentario-2019. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- TISI**. Texas Invasive Species Institute. 2019. Redbay ambrosia beetle. En línea: <http://www.tsusinvasives.org/home/database/xyleborus-glabratus>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- TRADE MAP**. 2019. En línea: <https://www.trademap.org/>. Fecha de consulta: marzo de 2020.
- University of Florida**. 2009, 2014. Laurel wilt of avocado: mitigation and management of an exotic, insect-vector disease. USDA. En línea: <https://rees.usda.gov/web/crisprojectpages/0219866-laurel-wilt-of-avocado-mitigation-and-management-of-an-exotic-insect-vector-disease.html>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- USDA**. United States Department of Agriculture, Economic Research Service. 2017. Fruit and tree nut yearbook 2013. En línea: <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1377>. Fecha de consulta: febrero de 2020.
- USDA**. United States Department of Agriculture, Forest & Grassland Health, 2019. En línea: <https://www.fs.usda.gov/main/r8/forest-grasslandhealth>. Fecha de consulta: febrero de 2020.