

SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA INTEGRAR DOS MODELOS DE PREDICCIÓN DE RIESGO PARA LAS PLAGAS EXÓTICAS FORESTALES SIREX NOCTILIO FABRICIUS Y ANOPLOPHORA GLABRIPENNIS (MOTSCHULSKY) EN EL TERRITORIO MEXICANO

- Determinación de los requerimientos ambientales, susceptibilidad y vulnerabilidad de los hospederos de trabajo-
-

Diciembre 2016

1

Consultor: Diego David Reygadas Prado



DIEGO DAVID REYGADAS PRADO
ASESOR EN CONSERVACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES
diegoreygadas@gmail.com



“Servicios de consultoría para integrar dos modelos de predicción de riesgo para las plagas exóticas forestales *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) en el territorio mexicano”

3

Contrato

IC-2016-030

Informe Intermedio: Determinación de los requerimientos ambientales, susceptibilidad y vulnerabilidad de los hospederos

Elaborado por:

M. en C. Diego David Reygadas Prado

Diciembre de 2016

Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras:

Corresponde a: 1.3 Vías de introducción y dispersión identificadas y vigiladas para las especies invasoras de mayor riesgo. Predecir la dispersión e infestaciones potenciales. Desarrollar análisis de riesgo de vías de introducción y diseminación de especies invasoras.

Resumen

Título:

Servicios de consultoría para integrar dos Modelos de predicción de riesgo para las plagas exóticas forestales *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) en el territorio mexicano.

4

Proyecto “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional sobre EEI”

Objetivo:

Contar con dos modelos de predicción de riesgo de introducción de las plagas exóticas forestales, uno para *Sirex noctilio* y otro para *Anoplophora glabripennis* expresado en escala cualitativa (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo, Muy Bajo y Nulo), así como los posibles medios de introducción de ambas especies al territorio nacional.

Autor:

Diego David Reygadas Prado.

Modo de citar el informe:

Reygadas-Prado, D. 2016. Servicios de consultoría para integrar dos Modelos de predicción de riesgo para las plagas exóticas forestales *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) en el territorio mexicano. Informe Intermedio entregado a la CONABIO y al PNUD en el marco del proyecto GEF 083999 “Aumentar las

Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional sobre EEI”. México. 79 pp. + 1 Anexo.

Área objeto del informe:

Territorio nacional

Fecha de inicio y terminación del proyecto:

Inicio: abril de 2016

Termino: marzo de 2017

Vínculo con las metas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras:

Los resultados de este informe intermedio se vinculan con el objetivo estratégico para prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras, que forma parte de las acciones estratégicas transversales “Revisar, adecuar y desarrollar el marco legal y normativo” y “Desarrollar capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales”.

Este Informe Intermedio presenta los avances correspondientes con el Programa de Trabajo elaborado en el mes de abril de 2016, cuyos productos son: a) Obtención de información de parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente sobre importación de productos forestales sobre madera aserrada, tarimas y embalajes como los principales productos a través de los cuales podrían ingresar a territorio mexicano las plagas de *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), así como información sobre detección de plagas forestales proporcionada por la Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos dependiente de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT, b) Preparación de la información estadística obtenida para el modelado de probabilidad de riesgo de ingreso de *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), c) Revisión e integración de información bibliográfica sobre requerimientos ambientales de los dos agentes causales, d) Descripción general y requerimientos ambientales para nueve (hospedantes) hospederos para *Sirex noctilio* Fabricius y para doce hospederos de *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), e) Generación cartografía base (Continuo de Elevaciones Mexicano, Temperatura Máxima Promedio, Precipitación Acumulada Anual, Textura de Suelos, Climas y vegetación), así como dieciocho mapas resultado del modelado preliminar de riesgo de distribución de *Sirex noctilio* y *Anoplophora glabripennis*.

Contenido

1. Actividades Desarrolladas	7
1.1 Obtención de información sobre importación de productos forestales.....	7
1.1.1 Visita a oficinas centrales de la SEMARNAT para recabar información estadística sobre la importación de productos forestales.....	7
1.1.2 Visita a oficinas aduanales de Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Tijuana, Mexicali, Reynosa, Tampico y Veracruz para recabar información estadística sobre la importación de productos forestales.....	11
1.2 Modelado de probabilidad de riesgo de ingreso de <i>Sirex noctilio</i> Fabricius y <i>Anoplophora glabripennis</i> (Motschulsky)	12
1.2.1 Depuración y preparación de información estadística recabada	12
1.2.2. Corridas para ajustar el modelo y modelado de probabilidad de riesgo.....	12
1.3 Determinación de los requerimientos ambientales, susceptibilidad y vulnerabilidad de los hospederos.....	13
1.3.1. Revisión e integración de información bibliográfica sobre requerimientos ambientales de los dos agentes causales	13
<i>Sirex noctilio</i> Fabricius.....	13
<i>Anoplophora glabripennis</i> (Motschulsky)	39
1.3.4. Integración y/o validación de requerimientos ambientales, susceptibilidad y vulnerabilidad de los hospederos, mediante datos de campo y entrevistas con especialistas de Estados Unidos, Chile y Argentina.....	87
2. Bibliografía	88

1. Actividades Desarrolladas

1.1 Obtención de información sobre importación de productos forestales

1.1.1 Visita a oficinas centrales de la SEMARNAT para recabar información estadística sobre la importación de productos forestales

Se acudió a la Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos dependiente de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT, para solicitar información estadística de los últimos cinco años o más, acerca de la importación de productos de escuadría y otros productos de madera que se ingresaron al país, diferenciándolos en la medida de lo posible en productos secados al aire libre y estufados, así como las medidas preventivas a que fueron sujetos para su ingreso y movimiento al interior de México. Al respecto se obtuvo información sobre las detecciones de plagas que datan de 1994 al 2015, en las que se tiene asentado el año, número de registro, producto, aduana, origen, procedencia, orden, familia, subfamilia, género y especie. De esta información se constató que no hay registros de detecciones que precisen alguna de las dos especies (*Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky)), no obstante se tiene un registro para *Anoplophora chinensis* y dos registros para el Género *Sirex*, mismos que se indican en la tabla siguiente.

7

Tabla 1. Detecciones de *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky)

Año	No. Registro	Producto	Aduana	Origen	Procedencia	Orden	Familia y Subfamilia	Genero	Especie
2005	05/098	Embalaje de madera	Manzanillo	China	China	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Anoplophora</i>	<i>chinensis</i>
2011	11/013	Madera Aserrada	Piedras Negras	EUA	EUA	Hymenoptera	Siricidae	<i>Sirex</i>	sp.
2011	11/038	Madera Aserrada	Piedras Negras	EUA	EUA	Hymenoptera	Siricidae	<i>Sirex</i>	sp.

Fuente: Elaboración propia con base en los datos proporcionados Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT, 2016

Adicionalmente se obtuvo información bibliográfica complementaria sobre las especies *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), así como las fichas para evaluar la invasividad de especies exóticas en México de estas dos especies, elaboradas acorde al instructivo ex profeso de la CONABIO.

Tal como se planteó, se solicitó información en el Área de Inspección Ambiental de Puertos, Aeropuertos y Fronteras de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), obteniéndose información acerca de las importaciones de madera aserrada

para el periodo 2010-2015 y parte de 2016, la cual fue procesada para obtener la información de madera aserrada no estufada mostrada en la Tabla 2.

Tabla 2. Volumen de madera aserrada no estufada (2010-2015) por insectoría

INSPECTORIA	VOLUMEN (m ³)
AEROPUERTO INTERNACIONAL GENERAL PEDRO JOSE MENDEZ, VICTORIA, TAMAULIPAS.	40.583
AGUA PRIETA, AGUA PRIETA, SONORA.	18582.043
ALTAMIRA, ALTAMIRA, TAMAULIPAS.	196432.869
CIUDAD ACUÑA, CIUDAD ACUÑA, COAHUILA.	851.269
CIUDAD HIDALGO, CIUDAD HIDALGO, CHIAPAS.	1920.3443
CIUDAD JUAREZ, CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA.	1867.176
CIUDAD MIGUEL ALEMAN, CIUDAD MIGUEL ALEMAN, TAMAULIPAS.	45.178
CIUDAD REYNOSA, CIUDAD REYNOSA, TAMAULIPAS.	55508.7395
COLOMBIA, COLOMBIA, NUEVO LEON.	2910.769
ENSENADA, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.	3570.34604
ESTACION SANCHEZ, NUEVO LAREDO, TAMAULIPAS	47209.5317
GUADALAJARA, TLACOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.	3.29
GUAYMAS, GUAYMAS, SONORA.	39.27
LAZARO CARDENAS, LAZARO CARDENAS, MICHOACAN.	34070.688
LOS ALGODONES, MEXICALI, BAJA CALIFORNIA.	47.123
MANZANILLO, MANZANILLO, COLIMA.	1415786.098
MATAMOROS, MATAMOROS, TAMAULIPAS.	26402.573
MAZATLAN, MAZATLAN, SINALOA.	1762521.386
MEXICALI, MEXICALI, BAJA CALIFORNIA.	180560.7695
NOGALES, NOGALES, SONORA.	51369.6038
NUEVO LAREDO, NUEVO LAREDO, TAMAULIPAS.	74269.2532
OJINAGA, OJINAGA, CHIHUAHUA.	705.33
PIEDRAS NEGRAS, PIEDRAS NEGRAS, COAHUILA.	10496.69357
PROGRESO, PROGRESO, YUCATAN.	32594.454

PUENTE INTERNACIONAL ZARAGOZA-ISLETA, CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA.	8050.365
PUERTO MORELOS, BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO.	875.8321
SAN JERONIMO-SANTA TERESA, CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA.	41.622
SAN LUIS RIO COLORADO, SAN LUIS RIO COLORADO, SONORA.	1392.6859
SUBTENIENTE LOPEZ, SUBTENIENTE LOPEZ, QUINTANA. ROO.	232.848
TAMPICO, TAMPICO, TAMAULIPAS.	281102.558
TECATE, TECATE, BAJA CALIFORNIA.	7351.4855
TIJUANA, TIJUANA, BAJA CALIFORNIA.	281506.07
TUXPAN, TUXPAN DE RODRIGUEZ CANO, VERACRUZ.	83539.785
VERACRUZ, VERACRUZ, VERACRUZ.	92505.309

Fuente: Elaboración propia con base en los datos proporcionados el Área de Inspección Ambiental de Puertos, Aeropuertos y Fronteras de la PROFEPA, 2016

Adicional a la información de madera aserrada se obtuvo y se procesó información sobre tarimas y embalajes que también proporcione la PROFEPA para el mismo periodo de la madera aserrada y cuyos resultados se muestran en la Tabla 3.

9

Tabla 3. Cantidad de tarimas y embalajes (2010-2015) por insectoría

INSPECTORIA	CANTIDAD (piezas)
AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO,	920
AEROPUERTO INTERNACIONAL GENERAL ABELARDO L. RODRIGUEZ, TIJUANA, BAJA CALIFORNIA.	1331
AGUA PRIETA, AGUA PRIETA, SONORA.	1797
ALTAMIRA, ALTAMIRA, TAMAULIPAS.	6413
CIUDAD ACUÑA, CIUDAD ACUÑA, COAHUILA.	23573
CIUDAD HIDALGO, CIUDAD HIDALGO, CHIAPAS.	322705.6
CIUDAD JUAREZ, CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA.	5626
CIUDAD REYNOSA, CIUDAD REYNOSA, TAMAULIPAS.	490428
CIUDAD TALISMAN, TUXTLA CHICO, CHIAPAS.	300
COLOMBIA, COLOMBIA, NUEVO LEON.	43028
CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, CHIHUAHUA.	2305

Proyecto GEF-Invasoras_Servicios de consultoría para integrar dos modelos de predicción de riesgo para las plagas exóticas forestales *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* ((Motschulsky)) en el territorio mexicano”

ESTACION SANCHEZ, NUEVO LAREDO, TAMAULIPAS	60
GUADALAJARA, TLACOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.	593
GUANAJUATO, SILAO, GUANAJUATO.	7
IMPORTACION Y EXPORTACION DE CONTENEDORES, CIUDAD DE MEXICO, DISTRITO FEDERAL.	19
LAS FLORES, RIO BRAVO, TAMAULIPAS.	113
LAZARO CARDENAS, LAZARO CARDENAS, MICHOACAN.	12168
MANZANILLO, MANZANILLO, COLIMA.	2385
MATAMOROS, MATAMOROS, TAMAULIPAS.	56192
MEXICALI, MEXICALI, BAJA CALIFORNIA.	194253
MEXICO, DISTRITO FEDERAL.	269236
NOGALES, NOGALES, SONORA.	305000.3
NUEVO LAREDO, NUEVO LAREDO, TAMAULIPAS.	294488
OJINAGA, OJINAGA, CHIHUAHUA.	6252
PIEDRAS NEGRAS, PIEDRAS NEGRAS, COAHUILA.	326272
PROGRESO, PROGRESO, YUCATAN.	79148
PUENTE INTERNACIONAL ZARAGOZA-ISLETA, CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA.	180220
PUERTO PALOMAS, PUERTO PALOMAS, CHIHUAHUA.	871
SAN LUIS RIO COLORADO, SAN LUIS RIO COLORADO, SONORA.	91693
SUBTENIENTE LOPEZ, SUBTENIENTE LOPEZ, QUINTANA. ROO.	5230
TECATE, TECATE, BAJA CALIFORNIA.	48179
TIJUANA, TIJUANA, BAJA CALIFORNIA.	480184
VERACRUZ, VERACRUZ, VERACRUZ.	7218

Fuente: Elaboración propia con base en los datos proporcionados el Área de Inspección Ambiental de Puertos, Aeropuertos y Fronteras de la PROFEPA, 2016

1.1.2 Visita a oficinas aduanales de Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Tijuana, Mexicali, Reynosa, Tampico y Veracruz para recabar información estadística sobre la importación de productos forestales

Derivado de las visitas a las oficinas de la Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos dependiente de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT y del Área de Inspección Ambiental de Puertos, Aeropuertos y Fronteras de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), se sugirió por parte de esta última que no sería conveniente realizar las visitas a las oficinas aduanales toda vez que la información que se podría obtener en dichas oficinas aduanales es la misma que la PROFEPA proporcionó, por lo que no se realizaron las visitas previstas.

En sustitución de estas visitas se propone para consideración de las instancias correspondientes la visita de tres a cinco sitios donde el personal de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), está realizando monitoreo de insectos ambrosiales a fin de complementar la información de posible presencia de *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), así como dar a conocer a personal de la CONAFOR en las áreas de monitoreo que se visiten la información generada al momento del presente informe sobre estas dos especies a fin de que se valore la posibilidad de incluir el monitoreo de las mismas.

1.2 Modelado de probabilidad de riesgo de ingreso de *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky)

1.2.1 Depuración y preparación de información estadística recabada

La información estadística obtenida se analizó para el periodo de 2010 a 2015, revisándose un total de 114, 954 registros proporcionados por la PROFEPA de los cuales el volumen de la madera aserrada no estufada asciende a 4, 674, 404 del cual el 88.0% se importó por las inspectorías de Mazatlán, Manzanillo, Tijuana, Tampico, Altamira y Mexicali. Las tarimas y embalajes no usados suman un total de 3, 258, 208 piezas de las cuales el 82.3% se importaron por las inspectorías de Reynosa, Tijuana, Piedras Negras, Ciudad Hidalgo, Nogales, Nuevo Laredo, Distrito Federal y Mexicali.

1.2.2. Corridas para ajustar el modelo y modelado de probabilidad de riesgo

Al momento de presentar este informe intermedio se está trabajando con un especialista en estadística a fin de poder realizar las corridas del modelo estocástico por lo que aún no se cuenta con resultados definitivos de este punto del informe. Esta situación obedece a que se consideró importante contar con el apoyo de dicho especialista a fin de validar los resultados generados.

1.3 Determinación de los requerimientos ambientales, susceptibilidad y vulnerabilidad de los hospederos

1.3.1. Revisión e integración de información bibliográfica sobre requerimientos ambientales de los dos agentes causales

Acorde como se plantea en los Términos de Referencia se efectuó la revisión bibliográfica y entrevistas con personal especializado de la SEMARNAT, Universidad Autónoma de Chapingo y del Colegio de Postgraduados integrándose la información para *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) que se muestra a continuación.

Sirex noctilio Fabricius

Taxonomía

Orden: Hymenoptera

Familia: Siricidae

Género: *Sirex*

Especie: *Sirex noctilio* Fabricius

Sirex noctilio, conocida como “avispa barrenadora de los pinos” es un insecto originario de Eurasia que ha invadido en forma exitosa varias regiones forestales del mundo. Su amplio rango de distribución y su alta capacidad de daño, hacen que se posicione en la actualidad como una de las principales plagas de bosques naturales y cultivados para diversas especies del género *Pinus* (Figura 1).

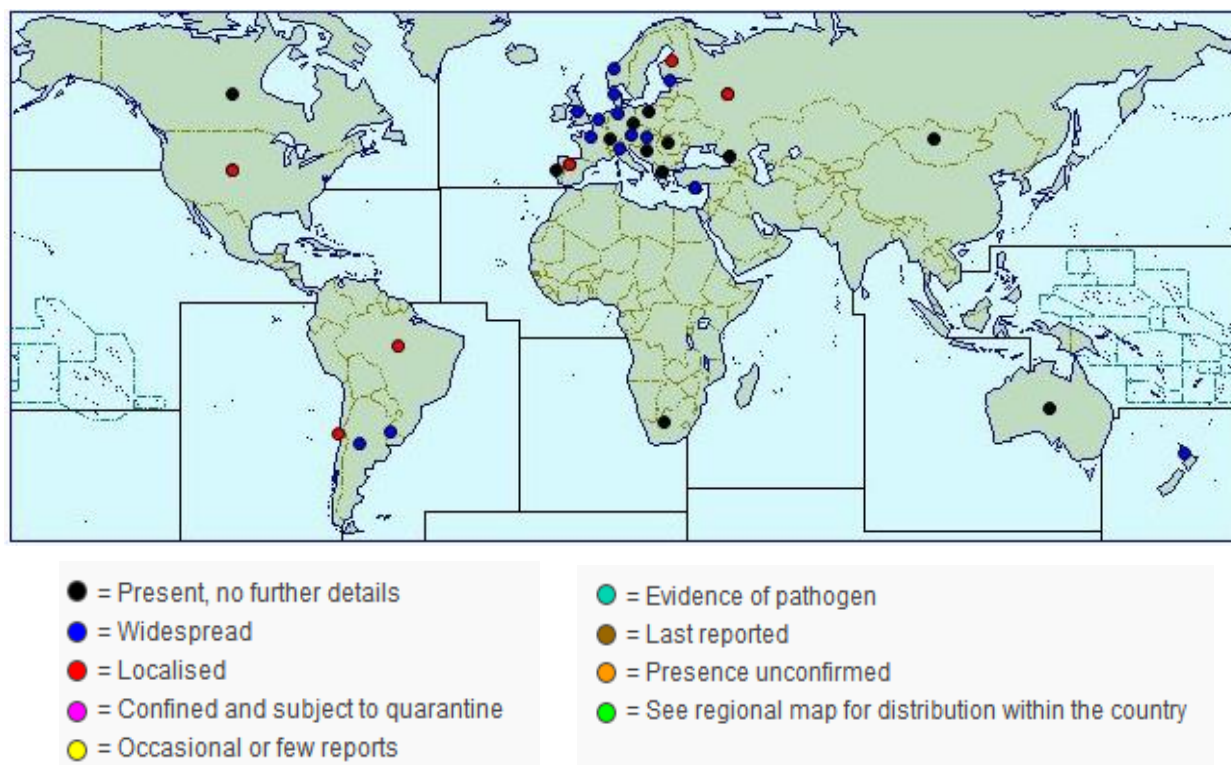


Figura 1. Distribución de *Sirex noctilio* Fabricius a nivel mundial. Tomado de <http://www.cabi.org/isc/datasheet/50192>

La reciente detección y establecimiento de *S. noctilio* en los bosques nativos de pinos de América del Norte (Canadá y Estados Unidos), determina una importancia significativa para México, en aspectos relacionados con la conservación de nuestro recurso forestal.

Las poblaciones de *S. noctilio* poseen una particular dinámica espacio-temporal, debido a que por largos períodos de tiempo (2 a 3 años), el nivel poblacional de la plaga permanece en densidades endémicas (de baja incidencia), en donde el daño sobre el bosque es mínimo. No obstante, la peligrosidad de la especie aparece cuando las poblaciones alcanzan niveles epidémicos (alta incidencia), causando en poco tiempo daños muy severos de hasta un 70% de organismos en una superficie determinada. Este comportamiento ciertamente impredecible de la plaga, ha permitido clasificar su dinámica poblacional como de “pulsos eruptivos” con duración variable de 1 a 10 años, para posteriormente llegar al máximo nivel de daño y declinar la población a niveles endémicos (Villacide y Corley, 2007).

El ataque de *Sirex noctilio* se produce principalmente sobre árboles debilitados o bajo estrés, donde el insecto inserta el ovipositor a nivel del cambium y junto con el huevo, la

hembra deposita esporas del hongo simbionte *Amylostereum areolatum*, además de una secreción mucosa que produce el desecamiento del árbol. Lo anterior, genera las condiciones propicias para el desarrollo del hongo y la eclosión del huevo, cuyas larvas se alimentarán de sus hifas (Borchert *et al.*, 2007).

El daño a nivel de árbol tiene tres componentes: pudrición blanca de la madera debido a la acción del hongo, marchitamiento de la copa producido por el mucus y galerías hechas por las larvas. Finalmente se produce la muerte del árbol y la degradación o pérdida de la mayor parte del volumen de madera aprovechable, generándose una importante pérdida ecológica y económica (Slippers *et al.*, 2012).

El ciclo biológico del insecto es generalmente de un año, sin embargo puede variar de acuerdo a las condiciones climáticas. Cuando las condiciones son favorables para la plaga, altas temperaturas y déficit hídrico, se pueden producir generaciones con un ciclo de vida más corto (dos o tres meses). Por el contrario, cuando las condiciones son desfavorables, los huevos pueden permanecer en dormancia, generando ciclos de hasta dos o tres años (Slippers *et al.*, 2012, CONAF, 2016).

15

Morfología

Los adultos son de tamaño variable y pueden alcanzar de 2.4 a 3.8 cm de longitud, cuerpo cilíndrico y robusto, alas de color ámbar y abdomen con una espina terminal, el cuerpo de la hembra generalmente es de mayor tamaño que el del macho (Figura 1), de coloración azul oscura metálica y patas rojizas. Poseen antenas setáceas, levemente pubescentes de 20 segmentos y un ovipositor notorio en cuya base lleva un par de órganos (micangios) que contienen al hongo basidiomiceto simbionte obligado: *A. areolatum*. Cerca de estos órganos se encuentran un par de glándulas productoras de un mucus fitotóxico. Tanto las esporas del hongo como el mucus son expulsados a través del ovipositor al momento en que el insecto taladra la madera, ya sea para ovipositar o verificar la susceptibilidad del árbol (Slippers *et al.*, 2012).

El macho es de coloración azul oscura metálica (Figura 2), exceptuando los segmentos abdominales III al VII, que son café-amarillento; las patas son rojizas, excepto las posteriores que son negras. Las antenas, similares a las de la hembra, tienen 21 segmentos (Slippers *et al.*, 2012).



Figura 2. Hembra de *Sirex noctilio* (Izq.) y macho de *Sirex noctilio* (Der.). Tomado de Rojas & Gallardo, 2005.

Generalmente las hembras ovipositan en orificios aislados en árboles sanos y dominantes que rechazan la avispa para ovipositar, pero perfora orificios simples donde deposita las esporas del hongo *Amylostereum areolatum* y un mucus fitotóxico, que puede interrumpir el funcionamiento de la fotosíntesis y la respiración debilitando el árbol y haciéndolo susceptible a futuras infestaciones de *S. noctilio* (Borchert *et al.*, 2007).

En árboles estresados, la avispa perfora orificios dobles con huevos en el primer orificio y hongo y mucus en el segundo. En el caso de árboles muy debilitados las hembras realizan múltiples orificios para ovipositar huevos, hongo y mucus (Borchert *et al.*, 2007).

Los huevos de *S. noctilio* miden 1.4 a 1.6 mm de largo por 0.3 mm de ancho, tienen forma elipsoide, de color blanco y superficie lisa (Figura 3). Estos son incubados por un período de 9 a 14 días (Aguilar & Lanfranco, 1988).

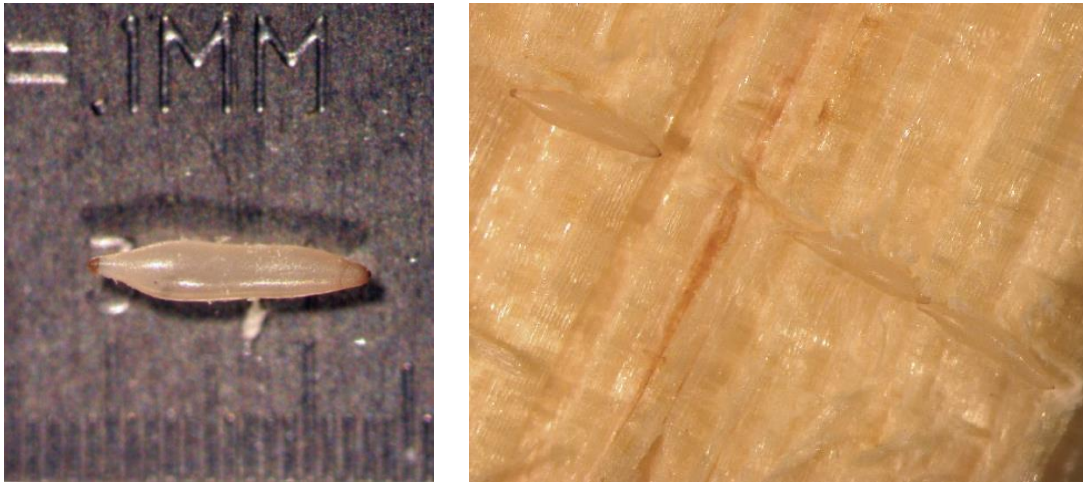


Figura 3. Dimensiones de huevo (Izq.) y ovipostura (Der.) de *Sirex noctilio*. Tomado de Rojas & Gallardo, 2005.

Esta fase es factible encontrarla en Australia desde mediados de diciembre y hasta finales de abril. Sin embargo Aguilar & Lanfranco (1988), señalan que en virtud de la similitud climática entre Australia y parte de Chile, se espera tenga un comportamiento similar.

Las larvas de *Sirex noctilio*, al igual que las de otras especies de la familia Siricidae, son cilíndricas de color blanco cremoso, tienen tres pares de patas torácicas vestigiales, mandíbulas dentadas fuertemente pigmentadas y una espina supra anal pigmentada llamada también post-cornus que mantienen durante todo su desarrollo larval (Morgan, 1968). Su tamaño es variable, alcanzando al final de su último estadio larval aproximadamente 3 cm de longitud (Figura 4). La presencia de tres segmentos antenales (Figura 5) permiten distinguir estas larvas de *Sirex* de las larvas de *Urocerus*, donde las cerdas son más gruesas y ralas, generalmente menos de siete, en dicha área (Rojas & Gallardo, 2005).



Figura 4. Larva de *Sirex noctilio*. Tomado de Haugen & Hoebeke, 2005.

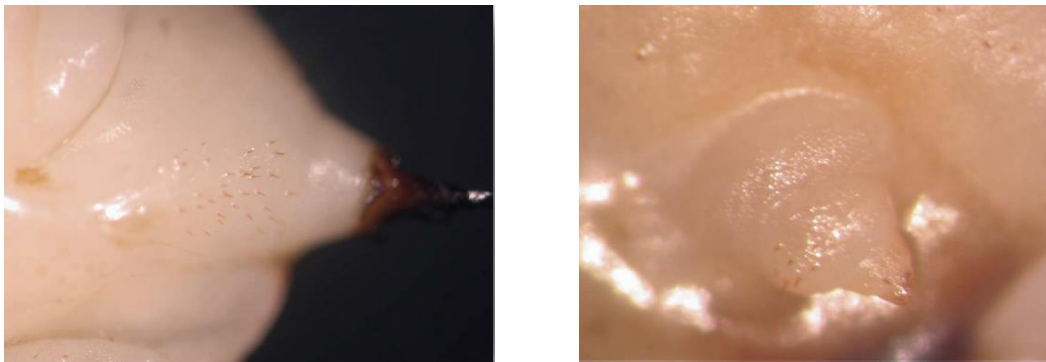


Figura 5. Pilosidad supra-anal (Izq.) y Antena de larva (Der.) de *Sirex noctilio*. Tomado de Rojas & Gallardo, 2005.

Todos los instares larvales se alimentan del hongo, infectando la madera que es masticada para poder cavar los túneles. La longitud de los túneles varía de 5 a 20 cm dependiendo del tamaño de la larva y del contenido de la humedad de la madera. El número de instares de la larva varía de 6 a 12 y toman de 10 a 12 meses en pupar. Larvas maduras pupan cerca a la corteza superficial y los adultos emergen cerca de 3 semanas después (ICA, 2011).

Las prepupas y pupas son de coloración blanca marfil, y gradualmente van adquiriendo la coloración del adulto. La longitud promedio es de 25 mm. Habitualmente construyen una cámara pupal a 5 centímetros de la superficie exterior del fuste del árbol. En condiciones normales esta fase puede durar tres semanas y se encuentra presente desde mediados de noviembre y hasta comienzos de abril (Aguilar & Lanfranco 1988).

Las pupas de la familia Siricidae son exaratas, con apéndices libres, de color blanco cremoso y apariencia similar a los adultos (Figura 6). El reconocimiento del sexo es fácilmente realizado debido a que en las hembras se observa claramente la forma del ovipositor y el cuerno posterior al ano de forma triangular, diferente a las hembras de *Urocerus*, en cuyo caso el cuerno posterior al ano es más alargado y presenta un

estrangulamiento en la zona media. Los machos son distinguibles tanto por la ausencia de ovipositor como por el engrosamiento de las patas posteriores, especialmente en la proporción largo/ancho máximo de los basitarsos (Rojas & Gallardo, 2005).



Figura 6. Pupa macho de *Sirex noctilio*. Tomado de Rojas & Gallardo, 2005.

Biología y ecología

El período de emergencia de los adultos comienza a principios de diciembre hasta finales de abril, el cual correspondiente al periodo verano – otoño para Suramérica (Aguilar & Lanfranco 1988). Por lo que respecta al periodo de emergencia en Norteamérica, la temporalidad es semejante en cuanto a las estaciones del año (Madden, 1988, citado por Borchert *et al.*, 2007), por lo que el ciclo presentará su inicio en el mes de junio y concluirá en el mes de diciembre.

Después de la emergencia se inicia un corto período de vuelo con fines de apareamiento y dispersión. El vuelo del macho adulto es vigoroso y de corta duración, alcanzando sólo unos pocos kilómetros al año y son sexualmente maduros al momento de emerger. Debido tal vez al hecho de que el período de vida de la hembra no excede de cinco días, y el de los machos de 12 días los huevos aparecen, en el caso del hemisferio sur, a mediados de diciembre, solo 15 días después de la emergencia de los adultos, por lo que los adultos continúan emergiendo durante el verano y otoño, situación que se mantiene en el caso de las mismas estaciones en el hemisferio norte. Los adultos no se alimentan y sólo

dependen de las reservas energéticas acumuladas en su fase larvaria (Aguilar & Lanfranco 1988).

Como parte de su estrategia de desarrollo las hembras de *S. noctilio* seleccionan aquellos árboles que presentan un bajo vigor, para lo cual taladran con el ovipositor varias veces al hospedero, previo a la postura de los huevos, asegurando así que el árbol será colonizado por las larvas. La oviposición puede ocurrir con o sin apareamiento y el sexo de la progenie estará determinado por la fertilización de los huevos. Así la hembra virgen puede ovipositar y originar solamente una progenie de machos, en tanto una hembra fecundada puede producir machos y hembras. El número de huevos varía de acuerdo con el tamaño y longevidad del insecto y fluctúa entre 50 y 500 huevos por hembra (Aguilar & Lanfranco 1988).

Las hembras son sexualmente maduras después de la emergencia, los machos aparecen primero y en mayor número que las hembras. Los machos vuelan encima y alrededor de la copa de los árboles en días soleados y pueden formar enjambres cuando se presentan en número suficiente. Las hembras de *S. noctilio* tienen un vuelo inicial de 100 metros o más después de la emergencia, luego se mueven hacia los troncos de los árboles para insertar su ovipositor. En general prefieren árboles estresados que pueden ser el resultado de sequías, deficiencias nutricionales, selección de lugares inadecuados, daños ocasionados por tormentas, así como aquellos que han sido afectados por otros organismos (Neumann, 1987, citado por ICA, 2011).

Árboles con presiones osmóticas altas (16 atm) son árboles sanos y dominantes que rechaza la avispa para ovipositar, pero perfora orificios simples donde deposita las esporas del hongo *Amylostereum areolatum* y un mucus fitotóxico, que puede interrumpir el funcionamiento de la fotosíntesis y la respiración, debilitando el árbol y haciéndolo susceptible a futuras infestaciones de *S. noctilio* (ICA, 2011).

Para ver los orificios de ovipostura (Figura 7), se debe remover la corteza hasta la albura. Si ha ocurrido el ataque de *S. noctilio*, el cambium muestra una tinción ovalada oscura con uno o varios orificios de ovipostura en su centro. Cuando los pinchazos son recientes, producen decoloración alrededor de los orificios, en caso de pinchazos de mayor antigüedad, se observan áreas negruzcas alrededor de estos orificios debido al hongo asociado (Rojas & Gallardo 2005).



Figura 7. Orificios generados por *Sirex noctilio*. Tomado de Rojas & Gallardo, 2005.

Aproximadamente 75% de la población de *S. noctilio* completa su desarrollo en un año, en los países de origen de la plaga (Figura 8). El resto puede presentar un ciclo de dos años, o de hasta tres años, pero esos individuos aparentemente no sobreviven (COSAVE, 2002).

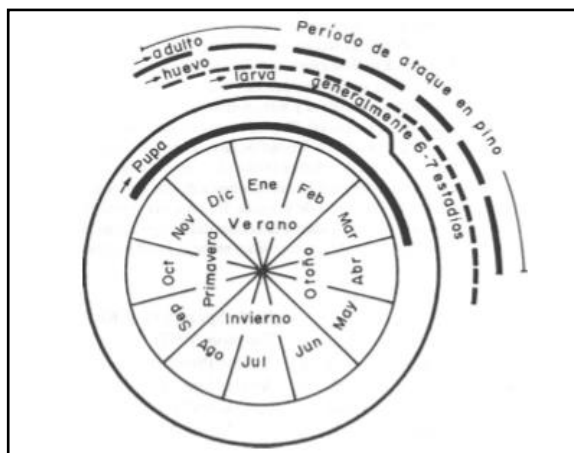


Figura 8. Ciclo biológico de *Sirex noctilio* observado al Sureste de Australia. Tomado de Aguilar & Lanfranco, 1988.

Síntomas

Los síntomas más importantes son la progresiva e irreversible clorosis en la copa que se vuelve rojiza, acompañada de un repentino marchitamiento y caída de hojas, lo que conduce finalmente a la muerte de las plantas.

Algunas veces se presentan pequeños flujos de resina sobre las cortezas de los tallos, producto de las perforaciones realizadas por la avispa durante la oviposición. También se pueden observar orificios circulares en el tronco de los árboles, producidos como consecuencia de la emergencia de los adultos (Figura 9). Cuando las infestaciones son muy altas es posible observar bandas angostas con manchas de color café que pertenecen a los signos del hongo *Amylostereum areolatum* (ICA, 2011).



Figura 9. Árboles afectados por *Sirex noctilio*. Tomado de Haugen & Hoebeke, 2005

Distribución geográfica

23

Sirex noctilio es originaria de Europa, Asia y el norte de África, en donde generalmente se le considera una plaga secundaria. En su área de distribución natural ataca casi exclusivamente pinos como: *Pinus sylvestris*, *P. nigra* y *P. pinaster* (Haugen and Hoebeke, 2005). En Suramérica *S. noctilio* fue introducida inadvertidamente convirtiéndose en una plaga de gran importancia en Argentina (Corrientes, Misiones, Patagonia), Brasil (Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Sul y Santa Catarina), Uruguay y Chile. En estos países la avispa ataca plantaciones exóticas de pinos causando hasta el 80% de mortalidad en árboles (CABI, 2014).

Su distribución engloba: Alemania, Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Canadá, Checoslovaquia, Chile, Chipre, Dinamarca, España, Estados Unidos, Estonia, Federación Rusa, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Mongolia, Noruega, Nueva Zelanda, Polonia, Portugal, Reino Unido, República de Georgia, Rumania, Serbia, Sudáfrica, Suiza, Uruguay y Yugoslavia (CABI, 2014). Figura 4. (CABI, 2014), Figura 10.

En estados unidos se han encontrado en Ohio, Pennsylvania, New York, Vermont, Connecticut y Michigan (USDA, 2016).

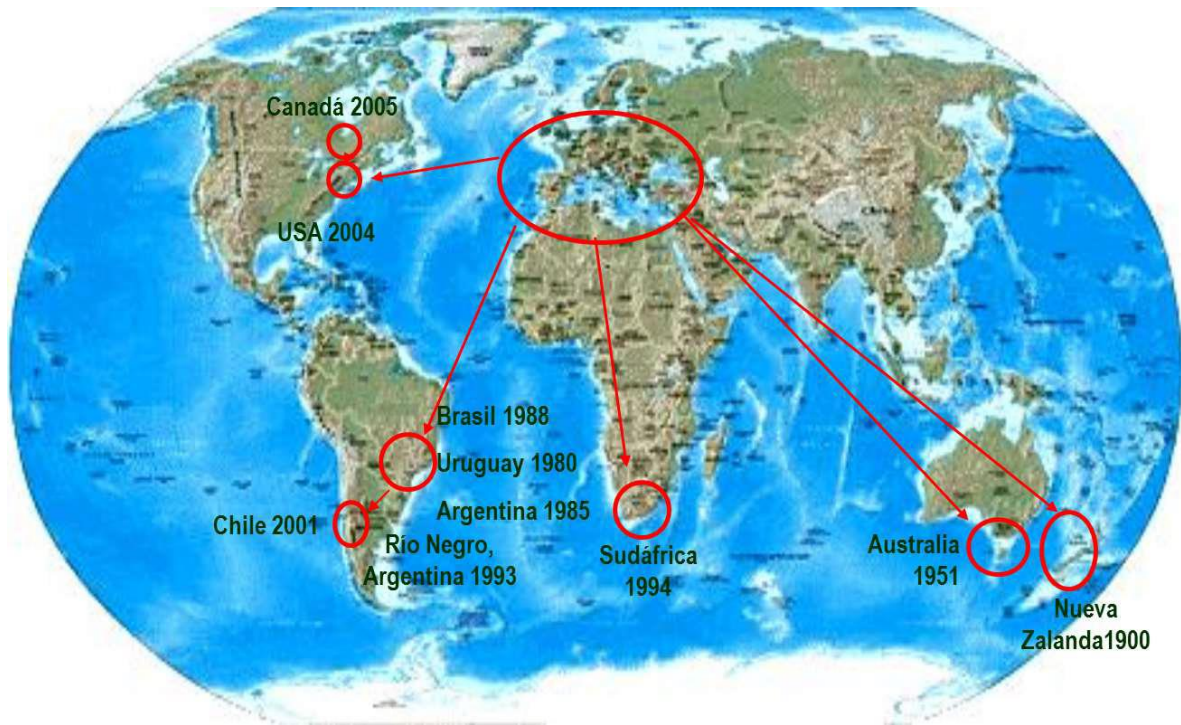


Figura 10. Países en los que se ha reportado a *Sirex noctilio*. Tomado de Goycoolea, 2015.

Climas en los que se desarrolla

De acuerdo con la distribución geográfica de los países en los cuales se ha reportado la presencia de *S. noctilio*, éste se desarrolla en climas templados y fríos, donde se encuentran especies forestales de coníferas las cuales son su hospedero principal (Figura 11).

México cuenta con una gran variedad de climas debido principalmente a sus condiciones topográficas, dichas condiciones determinan que los climas templados se encuentren principalmente en la parte Norte y Centro del país a lo largo de las principales Sierras, siendo estas regiones donde se establecen los bosques de coníferas, en los que se localizan las principales especies de hospederos de *S. noctilio*. Específicamente, los climas en los que se podría desarrollarse *S. noctilio* son los climas templados húmedos y subhúmedos (Figura 12).

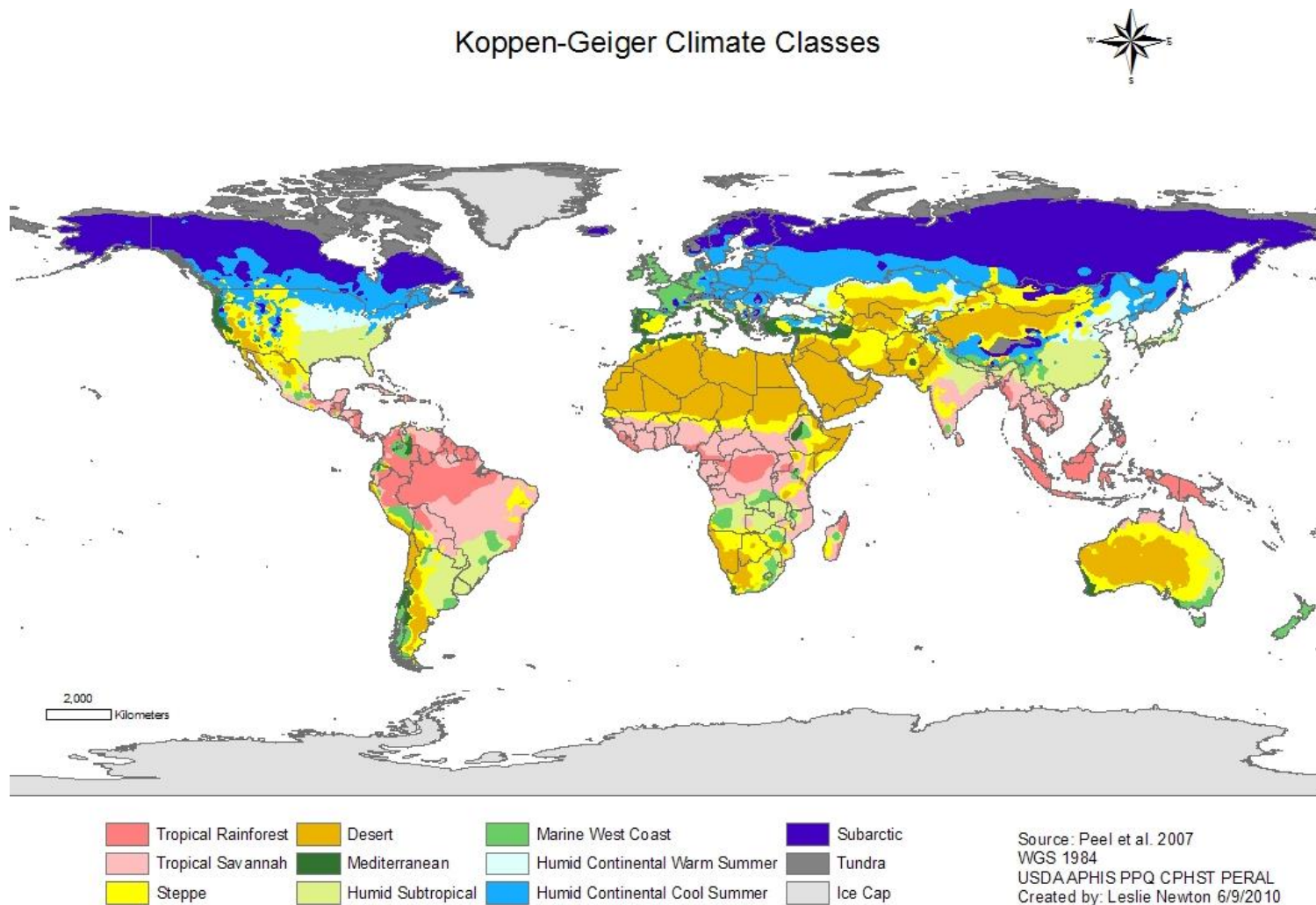


Figura 11. Mapa de climas en el mundo de acuerdo con la clasificación de Koppen-Geiger. Tomado de SAGARPA-SENASICA, 2011



Figura 12. Climas de México. Tomado de www.inegi.org.mx

Hospederos

Sirex noctilio es considerada una plaga secundaria en su rango nativo, donde afecta principalmente al género *Pinus*. Entre los hospederos se tienen las siguientes especies de pinos: *P. attenuata*, *P. banksiana*, *P. brutia*, *P. canariensis*, *P. caribaea*, *P. contorta*, *P. densiflora*, *P. echinata*, *P. elliotii*, *P. halepensis*, *P. jeffreyi*, *P. muricata*, *P. nigra austriaca*, *P. nigra calabrica*, *P. palustris*, *P. patula*, *P. pinaster*, *P. ponderosa*, *P. pinea*, *P. radiata*, *P. resinosa*, *P. strobus*, *P. sylvestris* y *P. taeda*. *Sirex noctilio* también ha sido reportada en otros géneros de coníferas como *Abies*, *Larix*, *Picea* y *Pseudotsuga*, sin embargo estos reportes son aislados y de menor importancia (ICA, 2011).

A pesar de poder atacar otras especies de coníferas, en el 99% de los casos, los daños ocurren en especies de pinos. Esta es la única especie de sirícido europeo, capaz de atacar árboles vivos, conduciéndolos a su muerte (COSAVE, 2002).

De la lista de pinos anterior en México, de acuerdo con los datos del Inventario Nacional Forestal y de suelos 2016 (INFyS, 2016), están presentes *Pinus caribaea*, *P. halepensis*, *P. jeffreyi*, *P. patula*, *P. pinaster*, *P. ponderosa* y *P. radiata*. También el INFyS (2016) reporta la presencia de *Abies concolor*, *A. durangensis*, *A. guatemalensis*, *A. oaxacana*, *A. vejari*, *A. religiosa*, *Picea chihuahuana*, *Pseudotsuga macrolepis* y *Pseudotsuga menziesii*, situación que acorde a las 43 especies del género *Pinus*, siete de *Abies*, dos de *Picea* y una de *Pseudotsuga* que están presentes en México (Yañez, 2004); lo que da una idea de la gran variedad de hospederos potenciales para *S. noctilio* en nuestro país. De acuerdo con datos del anuario forestal, en el 2014 se tuvo una producción de madera de 5.7 millones de m³ rollo, de los cuales 4 303 853 m³ (76%) corresponden a madera del género *Pinus* (Figura 13), con un valor de 6,039,744,021 pesos, siendo los estados de Durango y Chihuahua los mayores productores. Lo anterior, nos permite valorar el impacto que puede ocasionar la entrada establecimiento y dispersión de *S. noctilio* en nuestro país, considerando que la producción de madera derivada del pino es la que más aporta al volumen total nacional, por ende, nuestra principal fuente de madera.

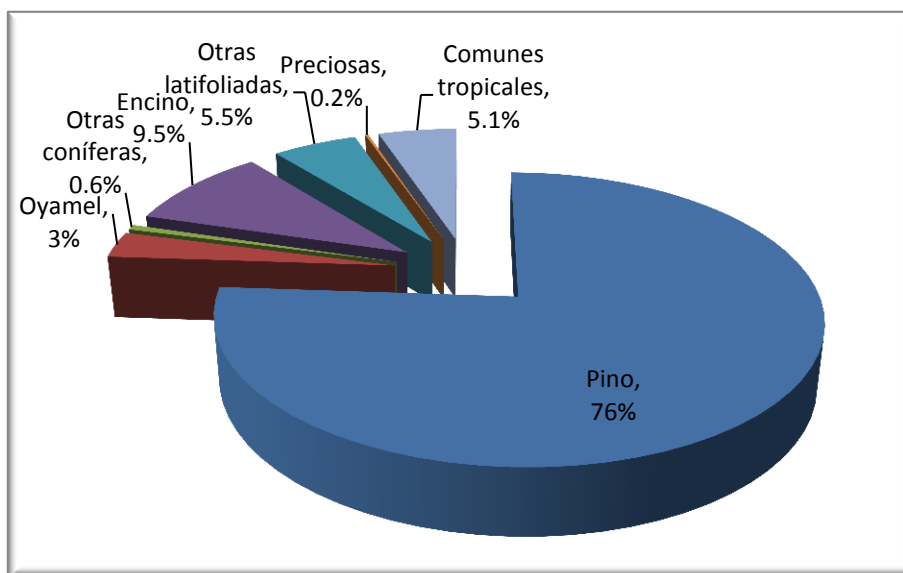


Figura 13. Porcentaje de participación en la producción nacional por grupo de especies

La superficie territorial del país es de 196.4 millones de hectáreas, de la cual una gran parte tiene potencial forestal. De acuerdo con datos estadísticos del INEGI México contaba con 693,285.8 km² de bosque.

De la superficie total de bosques de acuerdo con información de la carta de uso de suelo y vegetación serie V del INEGI (año), en México la superficie forestal cubierta por coníferas representa 13.5 millones de hectáreas del territorio nacional. De igual forma se puede observar que dicha distribución va desde el sur al suroeste de nuestro país y en algunos casos muy cercana a las costas. La mayor concentración de bosques de coníferas se encuentra en la Sierra Madre del Sur, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Occidental (Figura

14).

Proyecto GEF-Invasoras_Servicios de consultoría para integrar dos modelos de predicción de riesgo para las plagas exóticas forestales *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* ((Motschulsky)) en el territorio mexicano”



Figura 14. Distribución de coníferas en México

Condiciones que favorecen el desarrollo de *S. noctilio* (Goycoolea, 2015)

Condiciones silvícolas (árboles debilitados)

Competencia excesiva por alta densidad

Raleos en primavera – verano (periodo de vuelo de *S. noctilio*)

Cosechas cercanas a la plantación en primavera - verano

Daño mecánico a árboles del rodal

Rodales altamente afectados por *Dothistroma pini*

Suelos con baja retención de agua (estrés hídrico)

Árboles dañados por incendio

Zona de establecimiento de la plantación

Zonas con veranos secos (estrés hídrico)

Cambios en el régimen hídrico (estrés hídrico)

Falta de enemigos naturales

Sin regulación del crecimiento poblacional de la plaga

Criterios para definir áreas de riesgo (Goycoolea, 2015)

Edad

Edades más susceptibles; rodales 10-25 años

DN mínimo de daño 5 cm.

DN más susceptibles 10 - 30 cm

DN máximo de daño: no tiene límite.

Manejo

Alta Densidad > 1000 arb/ha (árboles suprimidos)

Podas, Raleos y Cosechas en épocas estivales

Estrés hídrico

Zonas con déficit de precipitaciones en época estival, combinado con altas T° y baja humedad relativa.

Áreas con desequilibrios en la disponibilidad de agua del perfil.

Sitio

Indicador relacionado a la nutrición y su impacto en el vigor de los árboles

IS <22 m Riesgo, Alto

IS >22 y <26 m, Riesgo Medio

IS >26 m, Bajo Riesgo

Rodales con árboles dañados por incendios

Rodales cercanos a arribo y acopio de madera de embalaje (Puertos, Aeropuertos y Complejos Industriales)

Se considera que la temperatura no es un factor limitante para la dispersión de esta especie. No obstante, un modelo desarrollado en Estados Unidos toma como base la temperatura de 6.8°C, otro modelo considera como umbral inferior 0°C, un rango óptimo de 5 a 24°C y un umbral superior de 30°C (Carnegie *et al.*, 2006). Sin embargo, si bien se tendrán considerados estos valores de literatura, se estimarán los valores de los parámetros climáticos en el área de distribución de la especie en Argentina, Chile y Estados Unidos. Lo que permitirá determinar las aéreas óptimas para su establecimiento y dispersión.

Opciones de control

Control químico

El uso de insecticidas contra la etapa adulta de *S. noctilio* no es factible debido a la corta vida del adulto y la tendencia del adulto a no alimentarse, siendo necesario un insecticida de contacto. Sin embargo, la falta de compuestos efectivos conocidos y los posibles efectos sobre organismos no objetivo, se considera el control químico como no conveniente (Borchert *et al.*, 2007).

Control Biológico

Existen varias opciones de control biológico disponibles para el manejo de *S. noctilio*, siendo el nematodo *Beddingia siricidicola* (originario de Europa y norte de África), el parásito más utilizado. En la actualidad, *B. siricidicola* se utiliza en el manejo de *S. noctilio* en, Argentina, Australia, Brasil, Chile, Nueva Zelanda, Sudáfrica y Uruguay (Bedding y Ledesma, 2005, citado por Borchert *et al.*, 2007).

Ibalia leucospoides es considerado un importante agente de control biológico de *S. noctilio*, por poseer atributos poblacionales, tales como robustez, excelente capacidad reproductiva y rápida y distante capacidad de dispersión (Villacide y Corley, 2007). *Ibalia leucospoides*, está presente en las zonas forestales de Asia, Europa y América del Norte, encontrándose de forma natural en Francia, Inglaterra, Rusia e introducido en Nueva Zelanda, Australia, Uruguay y Brasil (Weld, 1952; Rebuffo, 1990; Carvalho, 1993, citado por López *et al.*, 2012).

La detección temprana de *S. noctilio*, permite la liberación de enemigos naturales para el control de la plaga antes que el nivel poblacional de la misma alcance los niveles de daño económico. El objetivo es detectarla antes que ésta provoque un nivel de mortalidad de árboles superior a 0,1%, es decir, de uno o dos árboles atacados por hectárea, en una forestación no raleada (COSAVE, 2002).

Ya que en México no se tiene registrada la presencia de la plaga, las principales medidas son de prevención a través de:

Monitoreo por parte de personal de PROFEPA en los lugares (puertos, aeropuertos y aduanas) donde se reciba mercancía proveniente de países con presencia de *S. noctilio*.

Manejo de densidad en bosques y plantaciones ya que *S. noctilio* ataca en sus etapas iniciales árboles suprimidos.

En caso de reportarse la presencia de esta plaga en México, el manejo recomendado será mediante la inoculación del nematodo *Deladenus siricidicola*, el cual ya se está reproduciendo de forma masiva en los laboratorios del (SAG, 2005) en Chile. Se pueden utilizar árboles trampa para poder realizar el control de este insecto una vez identificado en nuestro país.

Potencial para producir daños económicos

Su importancia radica en la pérdida de volumen por la muerte de los árboles y disminución en la calidad de la madera, como consecuencia de las galerías realizadas por las larvas. Los costos de producción aumentan ya que en los países en los que ha sido detectada esta plaga, se han visto obligados a poner en marcha programas de monitoreo y control de la plaga, algunos ejemplos son los siguientes.

En Nueva Zelanda, en 1946, después de una severa sequía, 12,000 hectáreas de *Pinus radiata* fueron afectadas por *S. noctilio*. En el verano de 1952-1953, en Tasmania, se talaron y quemaron alrededor de 3,000 árboles infestados. En 1959 en Pittwater, Australia, el 40% de 1,090 hectáreas de *Pinus. radiata* murieron como consecuencia del ataque de este insecto. En 1962 se detectaron dos grandes áreas de *Pinus. radiata* infestadas, en Melbourne y Gippsland Central. Posteriormente, este insecto ha continuado expandiéndose hacia Gales del Sur y Sur de Australia, con un avance promedio de 30 Km por año (Aguilar & Lanfranco, 1988).

En América del Sur se detectó en 1980 en Uruguay, en *Pinus radiata* y *P. ellioti*. En este mismo año se detectó al norte de Argentina (Provincia de Entre Ríos) en los mismos hospederos (Aguilar & Lanfranco, 1988).

En el caso de Chile y Argentina han implementado programas de monitoreo y control de esta plaga, debido al impacto que ha tenido sobre todo en sus plantaciones del género *Pinus* (Goycoolea, 2015). Los resultados más relevantes de estos programas de monitoreo y su posible aplicación a territorio mexicano se establecerán derivado de la visita que se realizará a estos países.

Reglamentación fitosanitaria

Debido a que la principal fuente de ingreso de la plaga es por medio de embalaje de madera se debe tener muy en cuenta la correcta aplicación de los procedimientos marcados en la NORMA Oficial Mexicana NOM-144-SEMARNAT-2004, que establece las medidas fitosanitarias reconocidas internacionalmente para el embalaje de madera, que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías.

De igual forma se debe exigir el cumplimiento de la NIMF n.º 15 que establece las directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional.

Se debe tener en consideración la correcta aplicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-016-SEMARNAT-2013, que regula sanitariamente la importación de madera aserrada nueva.

Estas normas son el principal medio para evitar la introducción de *S. noctilio* a nuestro país.

Formas de introducción y dispersión

La dispersión natural es lenta ya que como se ha mencionado después de la emergencia se inicia un corto período de vuelo con fines de apareamiento y dispersión. El vuelo del adulto es vigoroso y de corta duración, alcanzando sólo unos pocos kilómetros al año, debido tal vez al hecho de que el período de vida de la hembra no excede de cinco días, y el de los machos de 12 días, por lo que se requeriría de corredores naturales de bosque de pino para poder ingresar a nuestro país. De acuerdo con (Zondag and Nuttal, 1977; Taylor, 1981; Neumann *et al.*, 1987; Lede *et al.*, 1993) la tasa de dispersión natural está entre 20 a 50 kilómetros por año.

Comercio internacional

Una de las principales vías de ingreso de las plagas a nivel mundial, son los embalajes, las tarimas de madera y la madera aserrada nueva sin ningún tratamiento fitosanitario y que es la base en muchos casos para la elaboración de las tarimas y embalajes. Estos generalmente son fabricados con madera de baja calidad, sin embargo todas las maderas para embalaje deben ser sometidas a tratamiento fitosanitario de acuerdo a la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias emitida por la FAO NIMF n.º 15, denominada “Reglamentación del embalaje de madera utilizado en el comercio internacional”. No obstante lo anterior, el porcentaje de madera de embalaje que se revisa al ingresar a territorio mexicano es reducido, (del orden del 2% de acuerdo a datos de PROFEPA), constituyendo materiales propensos para la diseminación de plagas forestales.

Sirex noctilio puede ser introducida en nuestro país por medio de importaciones de madera proveniente de lugares en los que se ha reportado la plaga, convirtiéndose en su principal forma de dispersión a largas distancias ya que se encuentra en la parte interna de la madera como por ejemplo materiales vivos, cortes, incluyendo plantas de viveros, así como madera en rollo sin tratar, madera aserrada tratada y no tratada, embalajes, leña, astillas de madera y troncos. Todos estos artículos pueden facilitar la introducción y dispersión de la plaga (ICA, 2011), ya que en ellas se puede presentar en cualquiera de sus

fases de desarrollo, siendo más común su introducción en la fase larval la cual dura cerca de un año (COSAVE, 2002).

La larva de *S. noctilio* puede sobrevivir y ser movilizadada en materiales de madera. Esto indica que su introducción en puertos es muy factible, debido a su difícil detección a simple vista (ICA, 2011). Además de eso, cuando en áreas próximas a puertos y fronteras están presentes plantíos, bosquetes o cortinas rompeviento de *Pinus* spp (COSAVE, 2002).

Dada la importancia que tiene el comercio internacional en la probable introducción de *S. noctilio* en México a continuación se presentan datos globales de las importaciones de madera.

Para poder acceder de una manera efectiva a la base de datos que nos permita conocer las estadísticas del comercio exterior de cualquier producto, es necesario entender la conformación de la nomenclatura arancelaria de cualquier mercancía que se pretenda ingresar a la dinámica del intercambio comercial, la nomenclatura para el caso que nos ocupa, madera aserrada de pino, está conformada de la siguiente manera:

44 Capítulo: Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera.

07 Partida: Madera aserrada o desbastada longitudinalmente, cortada o desenrollada, incluso cepillada, lijada o unida por los extremos, de espesor superior a 6 mm.

10 Subpartida: De coníferas

01 Fracción: De ocote o pinabete, o abeto (oyamel) en tablas, tablones o vigas.

La fracción arancelaria que incluye la madera aserrada de pino es: 4407.10.01.

El ACUERDO por el que se dan a conocer las Notas Explicativas de la Tarifa Arancelaria (DOF 2 de julio de 2007) señala que esta partida (4407) comprende, salvo algunas excepciones, a la madera aserrada o desbastada longitudinalmente, o bien cortada o desenrollada de espesor superior a 6 mm. Se presenta en forma de vigas, jácenas, tablones, planchas, tablas, chillas, listones, etc., y productos considerados como equivalentes a la madera aserrada que se obtienen con cepilladora–fresadora. Esta operación permite obtener dimensiones muy precisas y un aspecto de superficie mejor que el que se consigue por aserrado, lo que hace innecesario el cepillado posterior.

Datos sobre la importación a México de madera aserrada

A efecto de conocer el movimiento o intercambio comercial que la madera aserrada de ocote o pinabete, o abeto (oyamel) en tablas, tablones o vigas de importación, con fracción arancelaria 4407.10.01, ha presentado en el periodo comprendido del 2006 al 2015 se utilizó el Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI4) de la Secretaria de Economía, los resultados se presentan en la Tabla 4 y Figura 15.

Tabla 4. Importaciones totales del 2006 al 2015 por volumen expresado en m³ para la fracción arancelaria 4407.10.01

2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006
239,775	139,071	531,270	163,452	151,636	148,735	302,244	221,024	221,894	241,932
Total global: 2'361,033 m ³									

Fuente: SE con base en SAT, SE, BANXICO, INEGI. Balanza Comercial de Mercancías de México 2003 - 2015. SNIEG.



Figura 15. Volúmenes totales de madera aserrada. Fracción arancelaria 4407.10.01

Como se puede apreciar en la Tabla 4 y la Figura 15, en los últimos 10 años y tomando como base el año 2006, las importaciones de madera aserrada han presentado altibajos, 2009 y 2013 son los años que presentan el mayor volumen de importaciones, el 2009 con un 25% superior y 2013 con un incremento del 120% respecto del año 2006. En cambio los años 2014 y 2010 son los que presentan los menores volúmenes registrados con una disminución del 42.5% y 38.5% respectivamente en comparación con los datos de 2006, el año 2015 mostró una disminución del 0.89% respecto del 2006. Sin embargo, el año 2015 presento un incremento del 72.4% comparado con 2014.

El volumen total importado en el periodo de 2006 a 2015 para cada uno de los tres países considerados como los mayores importadores de madera aserrada de ocote o pinabete, o abeto (oyamel) en tablas, tablones o vigas, se indica a continuación:

Tabla 5. Volumen de los tres países con mayores importaciones

País	Volumen (m ³)
Estados Unidos	1'697,225
Canadá	447,528
Chile	121,935

37

Estados Unidos, Canadá y Chile en su conjunto engloban el 96% del total de las importaciones del periodo 2006-2015. El restante 4% corresponde a importaciones marginales de Brasil, Alemania, Honduras, y Corea, entre otros.

Es de destacar que durante el año 2015 se reportó proveniente de la República Federativa del Brasil un volumen de 88,259 m³ importados de madera aserrada, lo que representa el 36.8% del total de las importaciones para ese año, cifra superior a Canadá y Chile en un 364% y 397% respectivamente.

En relación a la contribución al mercado nacional, los Estados Unidos aportan al mercado el 71.9% del total de la madera aserrada de ocote o pinabete, o abeto (oyamel) en tablas, tablones o vigas importada, por su parte Canadá contribuye con el 18.9% y Chile con el 5.16% respecto del volumen total global para el periodo 2006-2015 (Figura 16).

Es importante mencionar que los datos que genera el SIAVI4 para esta fracción arancelaria no especifican el género o especie, ni la condición de la madera aserrada, es decir no se puede discernir si esta es seca en estufa, seca al aire o verde o bien, si presenta tratamientos necesarios para su conservación, tales como eliminación de la savia, carbonización superficial, revestimientos someros o impregnación con creosota u otros

conservantes. En tanto que las estadísticas que maneja la SEMARNAT si incluyen esta información.

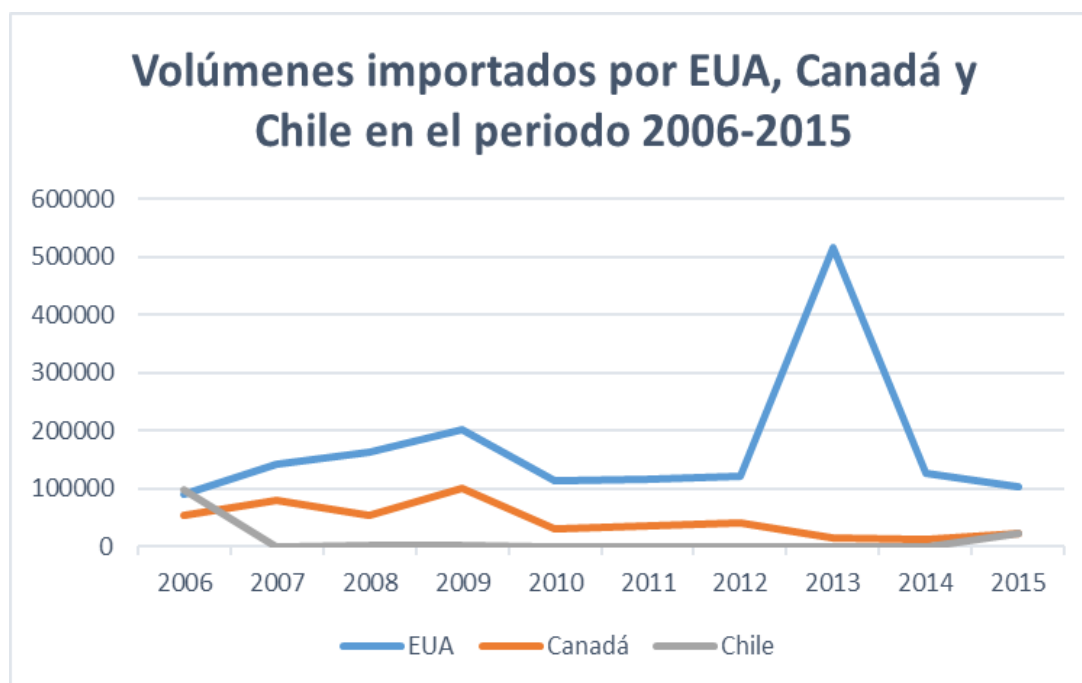


Figura 16. Volúmenes importados por EUA, Canadá y Chile. Fracción arancelaria 4407.10.01

La importación de madera aserrada se concentra prácticamente en dos países, Estados Unidos y Canadá, ambos participan con el 91% del total global de las importaciones de este producto mismo que se utiliza principalmente para la producción de muebles y otros artículos similares y cabe recordar que en estos países está presente *Sirex noctilio*. En el caso de la madera chilena y brasileña está tiene como principal mercado, aunque no único, la industria del embalaje de madera (tarimas, cajas, cajones, etc.) para la exportación de bienes y mercancías.

Con respecto al valor económico de las importaciones de madera aserrada de ocote o pinabete, o abeto (oyamel) en tablas, tablones o vigas en el periodo comprendido del 2006 a 2015, el SIAVI4 reporta un valor de \$241'144,431 dólares.

Anoplophora glabripennis (Motschulsky)

Taxonomía

Phyllum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Familia: Cerambycidae

Género: *Anoplophora*

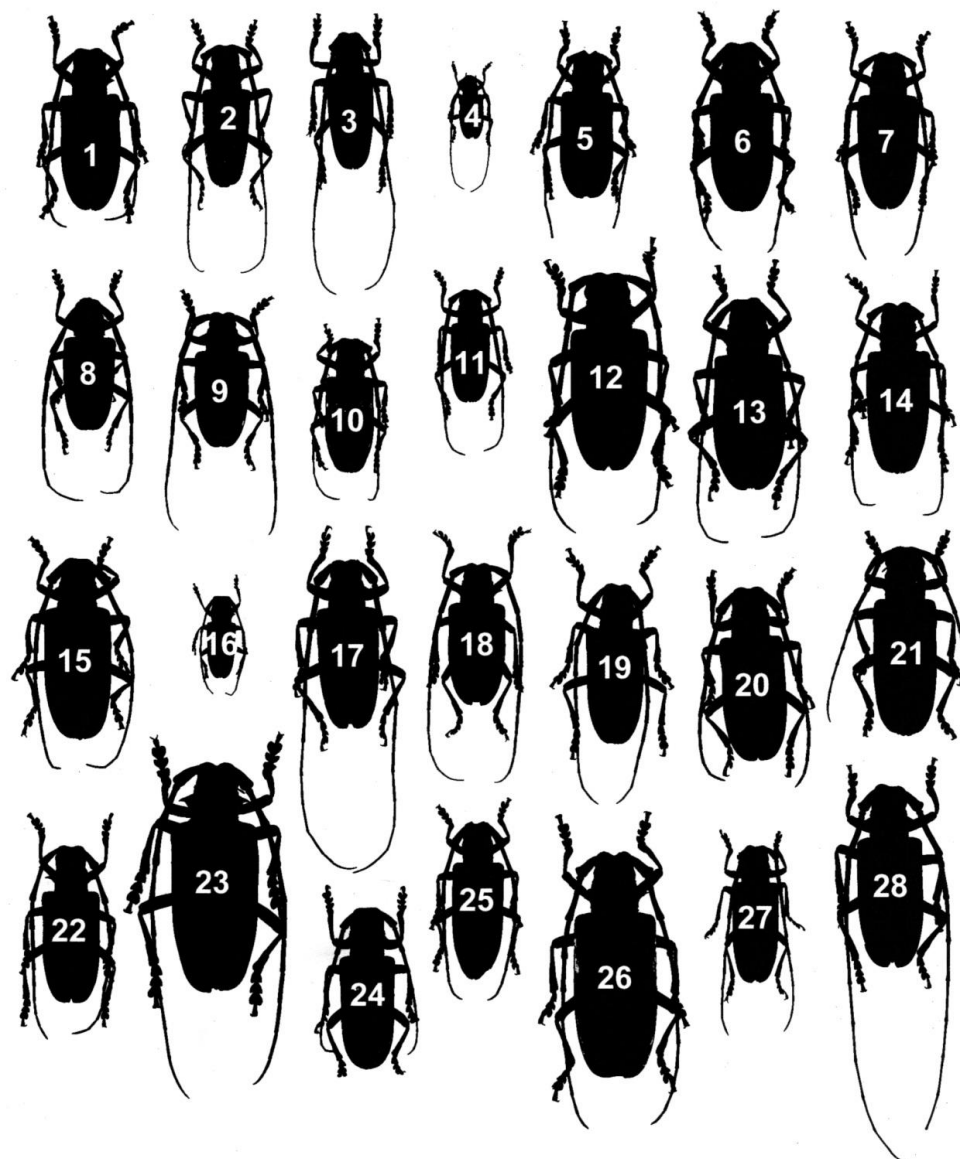
Especie: *Anoplophora glabripennis*

Anoplophora es un género con 36 especies de escarabajos barrenadores presentes principalmente en regiones tropicales y subtropicales. Presentan colores muy vistosos en los élitros, pronoto y antenas (Lingafelter & Hoebeke, 2002).

39

La taxonomía de este género presenta cierta confusión ya que *Anoplophora glabripennis* es parte del complejo *glabripennis*, que comprende *A. glabripennis*, *A. freyi*, *A. flavomaculata* y *A. coeruleoantennatus* (este último es dudoso, taxonómicamente). Por ejemplo, existe un debate en China si *A. glabripennis* del norte de China y *A. glabripennis* en el sur de China, son en realidad dos especies separadas (Centre for Agricultural Bioscience International (CABI, 2016).

Lingafelter y Hoebeke (2002) señalan como sinonimia a *Melanauster nobilis*, *M. angustatus*, *M. nankineus*, *M. glabripennis* y *Anoplophora nobilis*. Presenta una gran similitud con *A. coeruleoantennata* y *A. freyi* (Figura 17).



1, *A. chinensis* (Förster); 2, *A. asuanga* Schultze; 3, *A. glabripennis* (Motschulsky), Korean form; 4, *A. beryllina* (Hope); 5, *A. coeruleoantennata* (Breuning); 6, *A. davidis* (Fairmaire); 7, *A. elegans* (Gahan); 8, *A. elegans* (Gahan); 9, *A. elegans* (Gahan); 10, *A. freyi* (Breuning); 11, *A. granata* Holzschuh; 12, *A. horsfieldii*; 13, *A. imitator* (White); 14, *A. leechi* (Gahan); 15, *A. longehirsuta* Breuning; 16, *A. lurida* (Pascoe); 17, *A. longehirsuta* Breuning; 18, *A. elegans* (Gahan), form *macrospila*; 19, *A. macularia* (Thomson); 20, *A. chinensis* (Förster), form *malasiaca*; 21, *A. mamaua* Schultze; 22, *A. medenbachii* (Ritsema); 23, *A. sollii* (Hope); 24, *A. tianaca* Schultze; 25, *A. macularia* (Fairmaire), form *oshimana*; 26, *A. stanleyana* Hope; 27, *A. glabripennis* (Motschulsky), form *nobilis*; 28, *A. stanleyana* (Hope).

Figura 17. Especies del genero *Anoplophora*. Tomado de Lingafelter & Hoebeke, 2002.

Anoplophora glabripennis (Motschulsky) conocido como “escarabajo de cuernos largos” (Figura 18), es un insecto grande y “llamativo” que se observa a fines de la primavera hasta el otoño y su detección dependerá de la habilidad del técnico, para identificar los signos de las lesiones causadas en cada etapa del desarrollo del insecto en los árboles (Parker *et al.*, 2012).



Figura 18. Adulto de *Anoplophora glabripennis*, tomado de CABI, 2016

Morfología

Huevos

Alrededor de 5-7 mm, de color blanquecino, oblongos. Los extremos de los huevos son ligeramente cóncavos. Justo antes de la eclosión, los huevos se vuelven de color marrón amarillento como se muestra en la Figura 19 (SAG 2003).



Figura 19. Huevecillos de *Anoplophora glabripennis*. Tomado de Parker *et al.*, 2012

Larva

La larva (Figura 20), es apoda de hasta 50 mm de largo cuando están bien desarrollados. Es de color blanco cremoso, con una marca de color marrón en el protórax (Parker *et al.*, 2012).

42



Figura 20. Larvas de *Anoplophora glabripennis*. Tomado de Parker, *et al.*, 2012

Adulto

Los escarabajos adultos presentan un color negro brillante con manchas blancas irregulares en los élitros. Los recién convertidos en adultos con frecuencia poseen un matiz azulado en forma de pelillos, especialmente en las patas y cerca de 20 manchas

irregulares blancas, en los élitros. En algunas infestaciones de Norteamérica, se detectó una variación del escarabajo asiático de antenas largas con manchas amarillentas (llamado *Anoplophora glabripennis nobilis*), la cual de acuerdo con Lingafelter y Hoebeke (2002) es una forma de *A. glabripennis* que no está plenamente justificada y que por lo general es poco frecuente hallarla (Figura 21). Los adultos se pueden observar entre el final de la primavera y la primera helada fuerte de otoño, y casi siempre se encuentran en el dosel arbóreo (Parker *et al.*, 2012).



Figura 21. Adulto de *Anoplophora glabripennis nobilis* (Izq.) y adulto de *Anoplophora glabripennis* (Der.). Tomado de Parker *et al.*, 2012.

La forma es típica de un cerambícido, con una longitud de cuerpo entre 17 a 39 mm, sin incluir sus largas antenas blancas y negras. Sin embargo, la mayoría de los individuos están en el rango de 30 a 35 mm. No obstante lo anterior, se observó un individuo con solo 12 mm de longitud, en Brooklyn, New York. Las antenas de 2.5 veces la longitud del cuerpo en los machos; 1.3 veces la longitud del cuerpo en las hembras tienen 11 segmentos, cada uno con una base azul blanquecino (CABI, 2016), Figura 22.

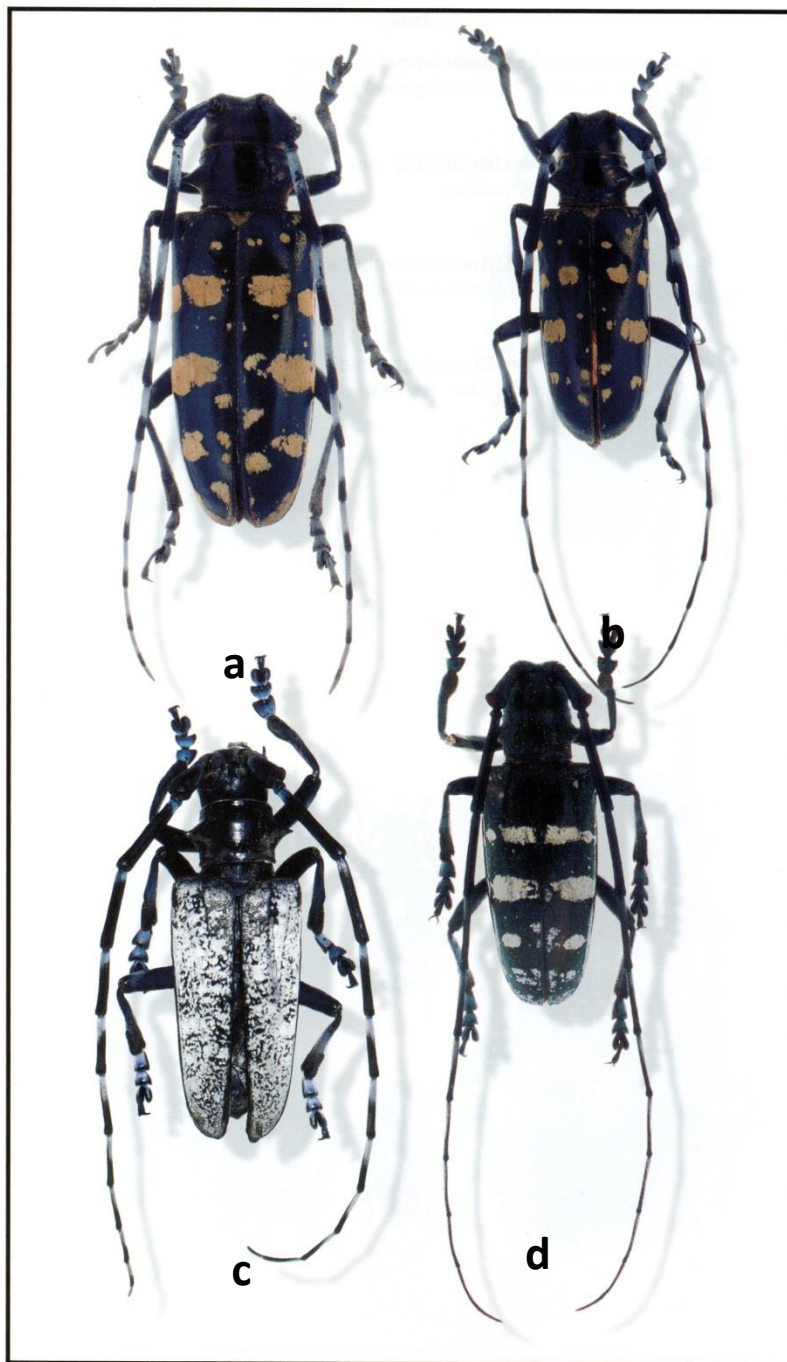


Figura 22. **a.** *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), hembra de China; **b.** *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), macho de China; **c.** *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), macho de China; **d.** *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), macho de Corea. Tomado de Lingafelter & Hoebeke, 2002.

Biología y ecología

En China, el número de generaciones anuales varía con el clima y la latitud. Cuanto más al norte se encuentra *A. glabripennis*, más tiempo tarda una generación en desarrollarse. En el este de China, una generación puede tomar 1 o 2 años en desarrollarse, mientras que en el norte de China, una sola generación tarda 2 años en desarrollarse (Lingafelter & Hoebeke, 2002).

Los adultos emergen entre mayo y octubre y viven durante un mes aproximadamente. El período de mayor actividad del adulto es de mediados de junio hasta principios de julio. Los adultos por lo general permanecen en el árbol del que surgieron, o vuelan distancias cortas a los árboles cercanos, y ahí se alimentan de hojas, pecíolos y corteza joven (Lingafelter & Hoebeke, 2002).

La oviposición comienza una semana después de la cópula. Los huevos, aproximadamente 32 por hembra, son colocados uno a uno debajo de la corteza, en ranuras de oviposición realizadas por la hembra. Las perforaciones se ubican generalmente en el lado oriental del tronco o de las ramas mayores de 5 cm de diámetro. Los huevos eclosionan después de aproximadamente 2 semanas. La larva se alimenta en la capa de cambium de la corteza de las ramas y el tronco, para luego entrar en los tejidos leñosos. La pupación tiene lugar en las cámaras construidas en el duramen, con presencia de virutas de madera (Figura 23).

45



Figura 23. Pupa de *A. glabripennis*. Tomado de Parker *et al.*, 2012

Los adultos (Figura 24) emergen de agujeros circulares de 10 mm de diámetro, por encima de los sitios donde fueron colocados los huevos (Lingafelter & Hoebeke, 2002).



Figura 24. Orificio de salida de *A. glabripennis*. Tomado de Parker *et al.*, 2012

A diferencia de muchas especies de Cerambícidos, *A. glabripennis* pueden atacar a los árboles sanos, así como árboles bajo estrés. Varias generaciones pueden desarrollarse dentro de un árbol individual, lo que conduce finalmente a su muerte (CABI, 2016).

Las hembras adultas de *A. glabripennis* se someten a un período de maduración de la alimentación obligatoria después de la emergencia. En la emergencia, las hembras pueden copular, aunque sus ovarios son inmaduros y la alimentación es necesaria para la maduración del ovario; estudios de laboratorio han estimado que el tiempo de vida de las hembras dura 9-15 días. Los machos adultos tienen espermatozoides maduros antes de la emergencia, y la alimentación sólo es necesaria para mantener su actividad normal. Los adultos son menos activos por la mañana y se vuelven más activos al final del día. La actividad reproductiva de *A. glabripennis* es diurna (Figura 25) (Lingafelter & Hoebeke, 2002).



Figura 25. Ciclo de vida de *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky). Tomado de APHIS, 2016

En la naturaleza, las hembras seleccionan un sitio de oviposición basada en el diámetro del tronco y espesor de la corteza del árbol hospedante, el grosor de la corteza parece jugar el papel más importante (Lingafelter & Hoebeke, 2002).

En madera cortada, la oviposición presenta una correlación negativa con la superficie, diámetro y espesor de la corteza de la madera en rollo. Además, *A. glabripennis* prefiere las especies de árboles hospedantes con corteza áspera y hojas sin tricomas epidérmicos y glándulas (Lingafelter & Hoebeke, 2002).

Por lo general *A. glabripennis* comienza a atacar a los árboles cerca de la base de la copa, tanto en la parte superior del tronco como en las partes inferiores de las ramas principales. Sin embargo, en China los árboles de *Populus* que producen ramas a lo largo del tronco, *A. glabripennis* inicia su ataque en la parte inferior del mismo. Los escarabajos pueden atacar el mismo árbol, año tras año, por medio de huevos aún más hacia abajo, hacia las raíces en años sucesivos (Lingafelter & Hoebeke, 2002).

Para localizar los árboles hospedantes adecuados, los escarabajos adultos son capaces de volar más de 100 metros en un solo vuelo. La distancia de dispersión de la población fluctúa entre 600 hasta 2,600 metros, y esta dispersión presenta una correlación positiva con la velocidad del viento y la temperatura. Esta dispersión ha sido registrada con el método de marcación, liberación y recaptura (USDA, 2015).

A. glabripennis tiende a volar más lejos para encontrar árboles hospedantes adecuados cuando no hay hospedantes presente en la zona de los alrededores, mientras que, cuando los árboles presentan una densidad alta, ocurre poca dispersión del adulto. Un estudio de infestaciones de *A. glabripennis* en Nueva Jersey sugiere que una introducción de baja densidad de estos escarabajos se mantienen localizados durante muchos años y la propagación es lenta hasta que, con la sobreexplotación del recurso, la dispersión pasa de ser de unos cientos de metros a más de un kilómetro (Hu *et al.*, 2009).

Síntomas

El principal daño al hospedante lo ocasionan las larvas de *A. glabripennis*, las cuales realizan galerías que penetran en el interior de la madera interrumpiendo de esta manera el flujo de agua y nutrientes necesarios para que los hospedantes puedan desarrollarse de forma natural, provocando un detrimento de la salud de dichos individuos. Árboles adultos con diámetros grandes en ocasiones pueden resistir el ataque a diferencia de individuos jóvenes y con diámetros pequeños, donde los daños son más significativos y devastadores (Lingafelter & Hoebeke, 2002).

El daño en hojas, peciolo y corteza es de poca importancia en comparación con el ocasionado por las galerías de las larvas, sin embargo, pueden predisponer al árbol para ser atacado por otra plaga (Parker *et al.*, 2012).

Los principales síntomas de la presencia de la plaga son la salida de resina por los agujeros de oviposición y los túneles de larvas en la corteza. La actividad de las larvas se reconoce por la presencia de galerías bajo la corteza y, más tarde, los túneles en la madera. Masas de virutas de madera de extrusión de agujeros de salida redondos son también signos de

que los adultos han surgido de la madera infestada. Montones de virutas de madera también se recogen en la base de los árboles infestados (CABI, 2016).

Distribución geográfica

A. glabripennis es nativa de China y Corea y fue reportada fuera de su distribución de origen en 1996 en Estados Unidos, con subsecuentes detecciones en Canadá y varios países europeos (Hu *et al.*, 2009). Estos mismos autores consideran que la dispersión a otros países fuera de Asia se dió mediante el traslado de material para embalaje. La Organización para la Protección de Plantas Europea (EPPO), menciona un conjunto de países en los que esta plaga se ha distribuido (EPPO, 2016).

La tabla siguiente es un resumen hecho por el CABI en la cual se muestran los lugares en los cuales se ha generado algún reporte de presencia de *A. glabripennis*, para cada uno de los reportes se muestra la dependencia que lo generó.

Tabla 6. Reportes de la presencia de *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky).

PAÍS	DISTRIBUCIÓN	ORIGEN	INVASIVA	REFERENCIAS
CHINA	Presente	Nativa	Invasiva	EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Anhui	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Fujian	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Gansu	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Guangdong	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Guangxi	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Guizhou	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Hebei	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Heilongjiang	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014

PAÍS	DISTRIBUCIÓN	ORIGEN	INVASIVA	REFERENCIAS
-Henan	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Hubei	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Hunan	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Jiangsu	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Jiangxi	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Jilin	Presente			EPPO, 2014; Schmutzenhofer <i>et al.</i> , 1996; CABI/EPPO, 2014
-Liaoning	Presente			EPPO, 2014; Schmutzenhofer <i>et al.</i> , 1996; CABI/EPPO, 2014
-Nei Menggu	Presente			EPPO, 2014; Schmutzenhofer <i>et al.</i> , 1996; CABI/EPPO, 2014
-Ningxia	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Qinghai	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Shaanxi	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Shandong	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Shanxi	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Sichuan	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Tibet	Presente			CABI/EPPO, 2014; EPPO, 2014
-Xinjiang	Presente			CABI/EPPO, 2014

PAÍS	DISTRIBUCIÓN	ORIGEN	INVASIVA	REFERENCIAS
-Yunnan	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Zhejiang	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
JAPÓN	Ausente, anteriormente presente	Introducida	No invasiva	EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Honshu	Ausente, anteriormente presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
KOREA, DPR	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
KOREA, REPUBLIC OF	Presente			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014; Lim <i>et al.</i> , 2014
TAIWAN	Ausente, registro no valido			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
TURKEY	Ausente, confirmado por encuesta			EPPO, 2014; IPPC, 2016c; Ayberk <i>et al.</i> , 2014
ALGERIA	Ausente, confirmado por encuesta			EPPO, 2014
CANADA	Distribución restringida	Introducida	Invasiva	EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-British Columbia	Ausente, solo interceptado			CABI/EPPO, 2014; EPPO, 2014
-Ontario	Distribución restringida			NAPPO, 2013b; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014; Turgeon <i>et al.</i> , 2015
USA	Distribución restringida	Introducida	Invasiva	EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-California	Ausente, solo interceptado			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014

PAÍS	DISTRIBUCIÓN	ORIGEN	INVASIVA	REFERENCIAS
-Illinois	Erradicado			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Massachusetts	Presente, pocas ocurrencias			NAPPO, 2008; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-New Jersey	Erradicado			NAPPO, 2013a; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-New York	Distribución restringida			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Ohio	Presente			EPPO, 2014; NAPPO, 2011; CABI/EPPO, 2014
-Washington	Ausente, solo interceptado			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
AUSTRIA	Transitoria: bajo erradicación	Introducida	Invasiva	EPPO, 2014; IPPC, 2013; CABI/EPPO, 2014
BELGIUM	Erradicado	Introducida	Invasiva	IPPC, 2009; EPPO, 2011; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
CYPRUS	Ausente, confirmado por encuesta	Ausente	invasiva	EPPO, 2014
CZECH REPUBLIC	Ausente, solo interceptado	Ausente	invasiva	CABI/EPPO, 2014; EPPO, 2014
DENMARK	Ausente, solo interceptado	Ausente	invasiva	IPPC, 2011; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
FRANCE	Distribución restringida	Introducida	Invasiva	EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-Corsica	Distribución restringida			EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
GERMANY	Transitoria: bajo erradicación	Introducida	Invasiva	EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014

PAÍS	DISTRIBUCIÓN	ORIGEN	INVASIVA	REFERENCIAS
HUNGARY	Ausente, confirmado por encuesta	Ausente	invasiva	EPPO, 2014
ITALY	Presente, pocas ocurrencias	Introducida	Invasiva	EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
LITHUANIA	Ausente, confirmado por encuesta	Ausente	invasiva	IPPC, 2016d
MALTA	Ausente, confirmado por encuesta	Ausente	invasiva	EPPO, 2014
NETHERLANDS	Erradicado	Introducida	Invasiva	EPPO, 2016; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014; IPPC, 2016a; IPPC, 2016b; NPPO of the Netherlands, 2013
NORWAY	Ausente, sin registros	Ausente	invasiva	EPPO, 2014
POLAND	Ausente, sin información	Ausente	invasiva	EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
PORTUGAL	Ausente, confirmado por encuesta	Ausente	invasiva	EPPO, 2014
SWITZERLAND	Presente, pocas ocurrencias	Introducida	Invasiva	EPPO, 2011; EPPO, 2014; Forster & Wermelinger, 2012; CABI/EPPO, 2014
UK	Presente, pocas ocurrencias	Introducida	Invasiva	Forestry Commission, 2012; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2014
-England and Wales	Presente, pocas ocurrencias	Introducida	Invasiva	EPPO, 2014; Forestry Commission, 2012; CABI/EPPO, 2014

Fuente: Centre for Agricultural Bioscience International (CABI, 2016)

A su vez, Hu *et al.* (2009), muestran la distribución de *A. glabripennis* en diferentes partes del mundo (Figura 26).



Figura 26. Distribución geográfica de *Anoplophora glabripennis* a partir de 2008. Las áreas verdes representan la distribución nativa y los círculos azules representan registros de infestación fuera del área nativa. Los números representan el orden en que se informó por primera vez las infestaciones.

De acuerdo con el Servicio Forestal de los Estados Unidos, actualmente se distribuye en la región Noreste y Este (Figura 27), con un potencial de distribución amplio que incluye algunas zonas fronterizas con México (Figura 28).

54

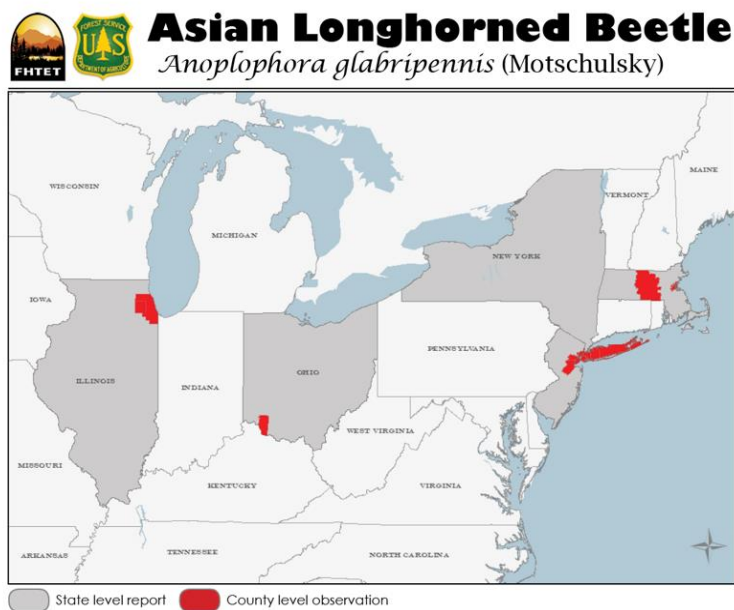


Figura 27. Distribución actual de *A. glabripennis* en Estados Unidos. Tomado de USDA Forest Service, Northern Research Station and Forest Health Protection, 2016.

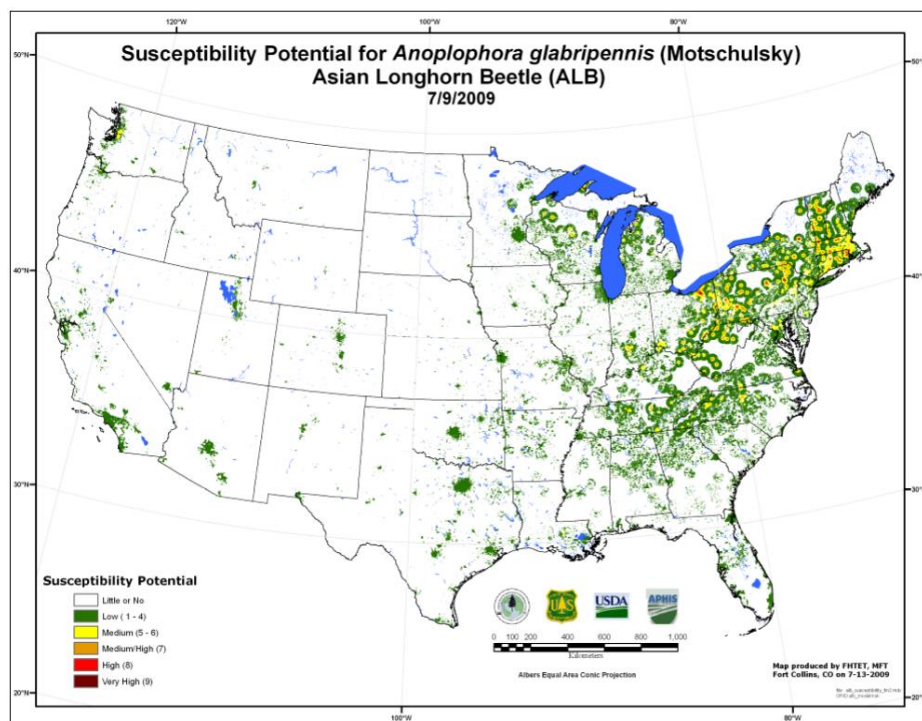


Figura 28. Distribución potencial de *A. glabripennis* en Estados Unidos. Tomado de USDA Forest Service, Northern Research Station and Forest Health Protection, 2016.

A. glabripennis se detectó fuera de Asia por primera vez en 1996 en la ciudad de Nueva York, a pesar de que probablemente había llegado en esa zona al menos en 1990. Es probable que fuera transportado desde China hasta la ciudad de Nueva York dentro de embalajes de madera (SWPM). Después de 1996, esta especie fue encontrada en un número cada vez mayor de lugares en América del Norte (Chicago, 1998; Nueva Jersey, 2002; Toronto, Ontario, Canadá, 2003; Massachusetts, 2008). En agosto de 2008, un nuevo sitio de infestación fue descubierto en Worcester, Massachusetts, como la primera aparición en Nueva Inglaterra.

Fuera de América del Norte, el primer descubrimiento se hizo en Braunau am Inn, Austria (Tomiczek *et al.*, 2002), seguido de un descubrimiento en Yokohama en Japón, donde se consideró como especie invasora, (Takahashi & Ito, 2005). En Francia, se descubrió la primera infestación en 2003, en Gien, y una segunda infestación en 2004 en Sainte Anne-sur-Brivet. En Alemania, la primera infestación fue descubierta en 2004, en Neukirchen am Inn, y una segunda infestación en 2005, en Bornheim. En Italia, una

pequeña infestación fue descubierta en 2007, en Corbetta. En mayo de 2008, *A. glabripennis* fue oficialmente declarada como presente y en curso de erradicación en Francia y en Alemania. *A. glabripennis* ha sido interceptado en más lugares, pero en esos casos, los escarabajos fueron detectados antes de que se dispersaran (Figura 29). Las principales detecciones, en los Estados Unidos, se han realizado dentro de los almacenes después de salir los embalajes y después de la emergencia en bonsai importados (Hu *et al.*, 2009).



Figura 29. Distribución de *A. glabripennis* en Europa. Tomado de EPPO, 2016.

Varios modelos han sido desarrollados para predecir la potencial supervivencia de *A. glabripennis* en todo el mundo. El modelo de coincidencia de clima CLIMEX se ha empleado para que coincida con el clima donde el escarabajo es nativo con áreas potenciales de introducción. La posible aparición de *A. glabripennis* en Asia, América del Norte y Europa se muestra en la Figura 30.

En otro estudio, de nichos ecológicos y posibles distribuciones geográficas en América del Norte, fueron modelados usando el algoritmo genético para la predicción de conjunto de reglas. La combinación de la idoneidad del hábitat con la simulación del brote de este modelo mostró que *A. glabripennis* tiene el potencial para invadir gran parte del este y áreas limitadas del oeste de América del Norte. Ambos modelos mostraron con claridad que *A. glabripennis* es capaz de invadir muchas áreas.

Con base en las tolerancias de temperatura, *A. glabripennis* pueden causar graves daños en las regiones con bosque con latitudes en el rango de 21-43° N. Sin embargo, el calentamiento global aún no se ha considerado al modelar la distribución potencial de *A. glabripennis*, aunque el cambio climático, sin duda, alteraría la distribución y el impacto de esta especie (Hu *et al.*, 2009).

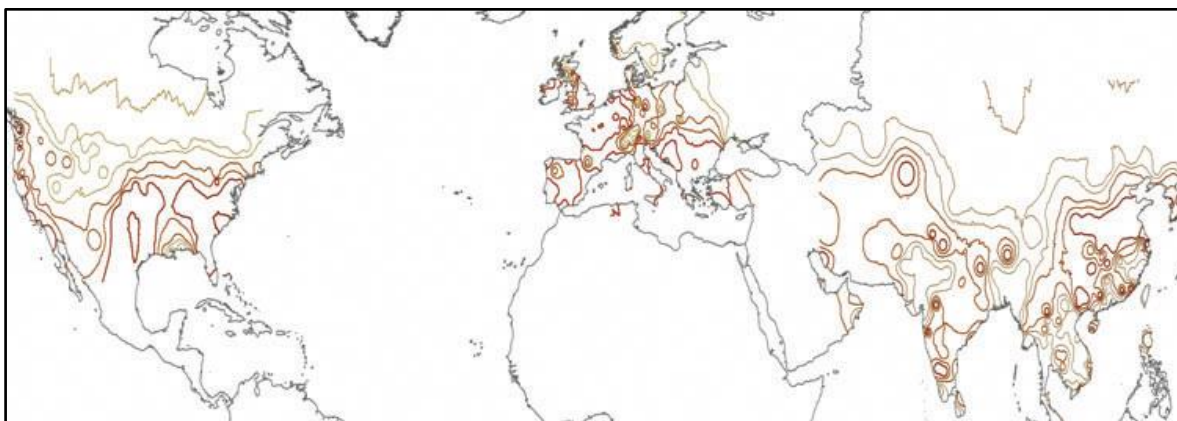


Figura 30. Distribución potencial de *Anoplophora glabripennis* de acuerdo con el modelo predictivo de la evaluación del riesgo de plagas desarrollado por MacLeod *et al.* (2002). Los puntos de datos originales para América del Norte, Europa y Asia fueron tomadas de MacLeod *et al.* (2002). Estos puntos fueron georreferenciados en un mapa virtual y los valores originales de la evaluación del riesgo de plagas se atribuyeron a cada punto. El análisis de la trama se realizó utilizando herramientas en ESRI® ArcMap™ 9.2. Rojo, naranja, amarillo y las líneas indican las zonas con índices de riesgo de plagas de 75, 50 y 25, respectivamente (Tomado de Hu *et al.*, 2009).

Climas en los que se desarrolla

A diferencia de *A. chinensis*, que se desarrolla en lugares con climas tropicales, *A. glabripennis* se desarrolla en lugares con climas templados y húmedo subtropical de acuerdo con la ubicación de los reportes de presencia de esta plaga en diferentes países al igual que en su lugar de origen (Figura 31).

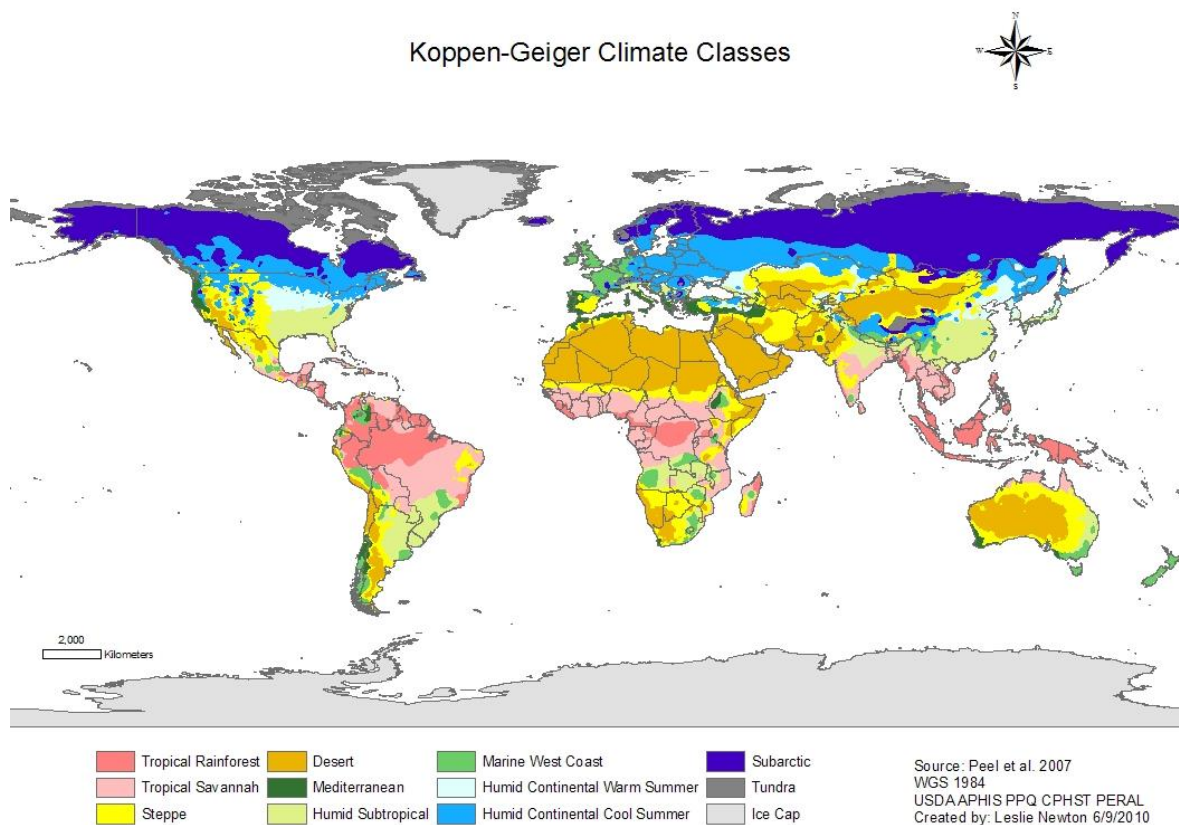


Figura 31. Mapa de climas en el mundo de acuerdo con la clasificación de Koppen-Geiger. Tomado de SAGARPA, SENASICA, 2011

Es importante mencionar que este tipo de climas se encuentran presentes en México desde la parte centro del país hasta la parte norte en lo que corresponde con la Sierras Madre Oriental y Occidental, además del Sur de Chiapas y la Península de Yucatán (Figura 32).



Figura 32. Climas de México. Tomado de www.inegi.org.mx

Hospederos

En China, *A. glabripennis* principalmente ha sido encontrada en los géneros *Acer*, *Populus* y *Salix*. Los principales hospederos son especies e híbridos de la sección Aegeiros del género *Populus*: *P. nigra*, *P. deltoides*, *P. x canadensis* y el híbrido chino *P. dakhuanensis*. (Sjöman *et al.*, 2014). Este autor clasifica los hospederos en cuatro categorías (Tabla 7).

Tabla 7. Categorías del genero *Populus* para ser atacados por *A. glabripennis* (Sjöman *et al.*, 2014).

Categoría	Especies/Híbridos
Muy Buenos	<i>Populus nigra</i> : ‘Pyramidalis’, ‘Italica’, ‘Thevestina’
	<i>Populus deltoides</i> ‘Brangarsi’
	<i>Populus x euramericana</i> : ‘Luisa Avanzo’, ‘Bellini’, ‘Guardi’.
	<i>Populus x xiaozhuannica</i> , <i>P. x xiaozhuannica</i> : ‘Opera’, ‘Popularis’
Buenos	<i>Populus nigra</i>
	<i>Populus deltoides</i>
	<i>Populus lasiocarpa</i>
	<i>Populus pseudoglauca</i>
	<i>Populus cathayana</i>
	<i>Populus gansuensis</i>
	<i>Populus pseudosimonii</i>
	<i>Populus simonii</i>
	<i>Populus ussuriensis</i>
	<i>Populus simonii</i> x <i>P. nigra</i> ‘Pyramidalis’: ‘Baichensis’, ‘Taiqing’, ‘Italica’
	<i>Populus nigra</i> x <i>P. simonii</i>
	<i>Populus x beijingensis</i>
	<i>Populus x berlinensis</i>
	<i>Populus x dakuanensis</i>
	<i>Populus x russki</i>
	<i>Populus stalinetz</i>
	<i>Populus x xiaohei</i> , <i>P. x xiaohei</i> ‘Heilin-1’
Ocasionales	<i>Populus deltoides</i> : ‘Nankang’, ‘Qingji’ #1, 2’, ‘Shanhaiguan’, ‘pyramidalis’
	<i>Populus balsamifera</i>
	<i>Populus alba</i> ‘Pyramidalis’
	<i>Populus alba</i> x <i>Populus bolleana</i>
	<i>Populus alba</i> x <i>Populus tomentosa</i>
	<i>Populus deltoides</i> x <i>P. simonii</i>
	<i>Populus x euramericana</i> (= <i>P. x canadensis</i>)
Raros o resistentes	<i>Populus x euramericana</i> ‘Veruirubens’, ‘Vegeherata 272’, ‘G-158’, ‘I-214’, ‘Triplo’, ‘Gattoni’, ‘Cima’
	<i>Populus euphratica</i> , <i>P. euphratica</i> : ‘Pyramidalis’, ‘PE-214’
	<i>Populus pruinosa</i>
	<i>Populus alba</i>
	<i>Populus davidiana</i>
	<i>Populus hopeiensis</i>
	<i>Populus tomentosa</i> , <i>P. tomentosa</i> ‘Hopeinica’, ‘Honanica’
	<i>Populus tremula</i>
	<i>Populus tremuloides</i>

También hay registros de *Alnus*, *Melia*, *Malus*, *Morus*, *Platanus*, *Prunus*, *Pyrus*, *Robinia*, *Rosa*, *Sophora* y *Ulmus*. En Estados Unidos, *Acer* spp son los principales hospedantes, con registros ocasionales en *Aesculus hippocastanum*, *Liriodendron tulipifera*, *Morus alba*, *Pseudacacia robinia*, así como especies de *Betula*, *Fraxinus*, *Populus*, *Salix* y *Ulmus* (Tabla

7). El insecto parece ser ampliamente polífago en maderas duras, pero nunca se ha encontrado en las coníferas y, al parecer tampoco en los bosques de los géneros *Fagus* y *Quercus* (CABI, 2016).

También debe tenerse en cuenta que el rango de huéspedes tiene dos elementos: las especies en las que las larvas pueden desarrollarse hasta la madurez y las especies a las que los adultos utilizan para su alimentación durante la maduración. En China, los principales hospedantes son afectados en etapa larvaria. En América del Norte, sin embargo, como las zonas de brote son recientes, y con sujeción a las medidas de contención y erradicación, no hay registros sobre el estado que guardan los árboles en los que se ha registrado *A. glabripennis*, en estadio de larvas o adultos. La investigación está actualmente evaluando cuáles son las especies de hospederos con mayor riesgo durante la etapa de alimentación de las larvas. La cría de larvas en los troncos recién cortados, permitió clasificar ocho especies de árboles en el siguiente orden para el aumento de peso de las larvas (de mayor a menor): *Ulmus chinensis*, *Acer platanoides*, *Ulmus americana*, *Gleditsia triacaanthos*, *Acer saccharum*, *Quercus rubra*, *Fraxinus americana*, *Fraxinus pennsylvanica* (CABI, 2016).

61

Tabla 8. Resumen de hospedantes de *A. glabripennis* de acuerdo con información del CABI.

Familia	Nombre	Contexto
Aceraceae	Acer (maples)	Principal
Aceraceae	<i>Acer negundo</i> (box elder)	Principal
Aceraceae	<i>Acer platanoides</i> (Norway maple)	Otro
Aceraceae	<i>Acer pseudoplatanus</i> (sycamore)	Otro
Aceraceae	<i>Acer rubrum</i> (red maple)	Otro
Aceraceae	<i>Acer saccharinum</i> (silver maple)	Otro
Aceraceae	<i>Acer saccharum</i> (sugar maple)	Otro
Aceraceae	<i>Acer tegmentosum</i>	Otro

Familia	Nombre	Contexto
Betulaceae	Alnus (alders)	Otro
Betulaceae	Betula (birches)	Otro
Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> (black locust)	Principal
Fabaceae	Sophora	Otro
Hippocastanaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i> (horse chestnut)	Principal
Magnoliaceae	<i>Liriodendron tulipifera</i> (tuliptree)	Otro
Moraceae	Morus alba (mora)	Otro
Oleaceae	Fraxinus (ashes)	Otro
Platanaceae	Platanus (planes)	Otro
Rosaceae	Malus (ornamental species apple)	Otro
Rosaceae	Prunus (stone fruit)	Otro
Rosaceae	Pyrus (pears)	Otro
Rosaceae	Rosa (roses)	Otro
Salicaceae	Populus (poplars)	Principal
Salicaceae	<i>Populus canadensis</i> (hybrid black poplar)	Principal
Salicaceae	<i>Populus dakuanensis</i>	Principal
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i> (poplar)	Principal
Salicaceae	<i>Populus nigra</i> (black poplar)	Principal

Familia	Nombre	Contexto
Salicaceae	Salix (willows)	Principal
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i> (weeping willow)	Principal
Salicaceae	<i>Salix matsudana</i> (Peking willow)	Principal
Ulmaceae	Ulmus (elms)	Principal

En América del Norte, se ha informado el ataque de *A. glabripennis* en 18 especies de árboles de hoja caduca pertenecientes a 12 géneros. Los más atractivo son: *Acer negundo*, *A. platanoides*, *Aesculus* spp, *Betula* spp y *Fraxinus pennsylvanica*. En un estudio de laboratorio se observó que prefiere a *Acer pensylvanicum* sobre *A. saccharum* para la oviposición (Hu *et al.*, 2009).

63

Condiciones que favorecen el desarrollo de *A. glabripennis*

Basados en la revisión bibliográfica los principales elementos biofísicos que favorecen la afectación y desarrollo de esta especie son:

Preferencia por árboles de 7 a cm de diámetro normal (DN) para oviposición.

También ovipositan en ramas con diámetros superiores a 5 cm.

La hora de mayor actividad en el día es 10 am a 6 pm.

Su rango de vuelo es de 1,200 m hasta 1,400 m.

La mayor actividad de vuelo está en el rango de los 10°C a 32°C, se vuelve irregular por debajo o por encima de este rango de temperatura.

Con temperatura superior a los 29°C, prefieren estar en las ramas en áreas sombreadas.

Prefieren días soleados para volar, en días nublados suelen permanecer en las copas de los árboles.

Los umbrales de temperatura son: machos superior 39°C e inferior -3°C; hembras superior 38°C e inferior -2°C.

La temperatura óptima para la máxima fecundidad 23°C y 24°C para las poblaciones.

La oviposición se detiene a temperaturas $\leq 10^{\circ}\text{C}$ y $\geq 35^{\circ}\text{C}$.

La temperatura a la que tiene una mayor longevidad es 18°C.

Es importante señalar que Li y Wu (1993), citado por Lingafelter y Hoebeke (2002), establece que *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) tiene una preferencia sobre la exposición del fuste para llevar a cabo la oviposición, prefiriendo la exposición Este en un 46%. Sin embargo, estos mismos autores mencionan que en otro estudio, la exposición Oeste tenía una afectación superior al 40% mientras que la exposición Este era del 27%, en ambos estudios la exposición Norte es la que presentaba una menor afectación. En conclusión, los autores señalan que la temperatura, luz y viento, inciden en la selección del sitio de oviposición, así como la textura de la corteza.

Criterios para definir áreas de riesgo

64

En México además de las condiciones climáticas favorables, también están presentes muchos de los hospedantes de *A. glabripennis*, por lo que en caso de ser introducido a nuestro país, sería una plaga de importancia ya que como la mayoría de plagas exóticas no tendría enemigos naturales para su control. A diferencia del caso de *Sirex noctilio*, la literatura no puntualiza aspectos referente a la edad, manejo y estrés hídrico, mencionando que el arbolado con mayor posibilidad de ser atacado es aquel que está sujeto a estrés producto de incendios forestales, sequía prolongada o cualquier otro factor de disturbio que establezca el estrés de los hospederos.

De igual manera que para en caso de *Sirex noctilio* y dado que en México no se tiene registrada la presencia de *A. glabripennis* las principales medidas son de prevención a través de:

Aplicación de la NORMA Oficial Mexicana NOM-144-SEMARNAT 2004, que establece las medidas fitosanitarias reconocidas internacionalmente para el embalaje de madera, que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías. Así como la NIMF n.º 15 que establece las directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional.

En caso de detectarse la presencia de la plaga en alguna zona de nuestro país se deberá establecerá un área de protección de un radio mínimo de 2 km basado en la distancia de vuelo de los adultos.

De igual manera, estos valores de literatura, se complementaran con base en los datos que se puedan obtener derivado de las visitas en las áreas de distribución de la especie en Chile y Estados Unidos. Lo que permitirá determinar las aéreas óptimas para su establecimiento y dispersión.

Opciones de control

Control químico

El USDA recomienda piretroides como la cialotrina, ciflutrina, bifentrina y deltametrina para el control de *A. grabripennis* (SAGARPA, SENASICA, 2011).

Control Biológico

Brabbs *et al.* (2014), discuten el potencial de este método de control, basados en una revisión de literatura concluyendo que el entomopatógeno *Beauveria brongniartii*, los nematodos *Steinernema feltiae* y *Steinernema carpocapsae* y los pájaros carpinteros *Dendrocopos major* y *Picus canus* son algunas de las alternativas de control biológico que pueden funcionar como control biológico en Europa.

65

Potencial para producir daños económicos

En China se estiman daños por el escarabajo en alrededor del 40 % de las plantaciones de álamo, con una superficie aproximadamente 2.3 millones de hectáreas. En este país se tiene registradas 240 ciudades o condados con infestaciones que suman un total de 230 mil hectáreas. Se tiene un estimado de 50 millones de árboles talados durante un período de 3 años, sólo en la provincia de Ningxia, China por causa de *A. glabripennis*. Tomando como referencia la distribución de la severidad de daño causado por el escarabajo en los hospedantes, el registro de intensidades altas se encuentra entre los 21°-43° latitud norte y los 100°-120° longitud este (Lingafelter & Hoebeke, 2002).

Las industrias de la madera de construcción de madera de arce y jarabe de arce de azúcar también se ponen en riesgo, y la caída del turismo asociados con los famosos colores de Nueva Inglaterra. Respecto a la producción de jarabe de arce, solo la región norte de Estados Unidos produce 3.1 millones de galones con un costo de 131.0 millones de dólares, los efectos económicos serían considerables (USDA, 2015).

La pérdida de árboles también puede disminuir el valor de la propiedad, causar daño estético y disminuir los beneficios ambientales tales como la limpieza del aire, calidad y cantidad de agua, así como la pérdida de sombra que permite la conservación de energía en el uso de aires acondicionados, pérdidas que son difíciles de cuantificar (USDA, 2015).

Si el escarabajo se extiende fuera de su actual entorno urbano a los bosques naturales, tiene el potencial de alterar gravemente la diversidad ecológica de los bosques en América del Norte, con impactos adicionales sobre los humedales. El impacto potencial de esta especie sobre los bosques es la pérdida de \$ 112 billones de dólares (USDA, 2015).

Un impacto adicional del escarabajo asiático de cuernos largos en los Estados Unidos es el costo de las medidas de erradicación. "En conjunto, de 1997 a 2006, el APHIS y los estados de Nueva York, Illinois y Nueva Jersey, así como los gobiernos locales, han gastado más de \$ 800 millones en medidas de erradicación" (GISD, 2016).

En México el potencial de daños económicos se enfocan principalmente en las medidas de control sanitario para esta plaga. Si en algún momento fuese introducida, las principales áreas afectadas serían las urbanas, en virtud de que la mayor concentración de especies hospedantes se encuentra en las grandes urbes.

66

Reglamentación fitosanitaria

De acuerdo con el listado de Insectos y arácnidos exóticos de alto riesgo para México, publicado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2016), el estatus de *A. glabripennis* hasta el momento es ausente.

La NORMA Oficial Mexicana NOM-007-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos fitosanitarios y especificaciones para la importación de material vegetal propagativo, solo contempla a *A. chinensis* y no a *A. glabripennis*.

Debido a que la principal fuente de ingreso de la plaga es por medio de embalaje de madera se debe tener muy en cuenta la correcta aplicación de los procedimientos marcados en la NORMA Oficial Mexicana NOM-144-SEMARNAT-2004, que establece las medidas fitosanitarias reconocidas internacionalmente para el embalaje de madera, que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías.

De igual forma se debe exigir el cumplimiento de la NIMF No. 15 que establece las directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional.

Estas dos últimas normas son el principal medio para evitar la introducción de *A. glabripennis* a nuestro país.

Formas de introducción y dispersión

Debido a las cortas distancias de vuelo que presentan los adultos (rango de los 200 a los 1500 m.s.n.m. aproximadamente) durante su vida, la probabilidad de dispersión natural de *A. glabripennis* es muy baja, por lo que se requiere de la intervención del hombre para movilizar productos infestados entre diferentes países.

Comercio internacional

La mayor probabilidad de movilidad de esta plaga hasta nuevas áreas es por medio del comercio internacional de productos que utilicen embalajes de madera ya que por lo general, se utilizan especies de baja calidad para fabricarlas y en las cuales pueden encontrarse al interior larvas de *A. glabripennis*. Por esta razón, se debe tener especial cuidado que el embalaje cumpla con los tratamientos para el control de cerambícidos.

En el comercio internacional, *A. glabripennis* es más probable que se mueva como huevos, larvas o pupas en el embalaje o material de relleno hecho de la madera de la especie hospedantes. Larvas y adultos individuales se han detectado en varios países europeos (Austria, Francia, Alemania, Suecia, Reino Unido), principalmente en embalaje de madera que acompañan los envíos de China (CABI, 2016).

La información sobre las importaciones de madera presentada en el apartado correspondiente de *Sirex noctilio* es también válida para entender la importancia de esta actividad económica en la probable introducción de *A. glabripennis* en territorio mexicano.

1.3.2. Determinación de especies hospederas para cada uno de los dos agentes causales

Con base en la revisión bibliográfica previa para las especies de *Sirex noctilio* Fabricius y *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), la consulta con especialistas de la Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados, de especialistas de la Red de Salud Forestal de México y de la información disponible en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos, se determinaron nueve especies para *S. noctilio* y doce especies para *A. Glabripennis*, mismas que son mostradas en la Tabla 9.

Tabla 9. Especies de hospederos determinadas para el modelado de riesgo

Nivel de susceptibilidad*	<i>Sirex noctilio</i>	Estatus	<i>Anoplophora glabripennis</i>	Estatus
Muy susceptibles	<i>Pinus radiata</i> <i>Pinus patula</i> <i>Pinus jeffreyi</i> <i>Pinus ponderosa</i>	Protección especial	<i>Acer grandidentatum</i> <i>Salix bonplandiana</i> <i>Salix babylonica</i> <i>Ulmus mexicana</i> <i>Populus tremuloides</i> <i>Populus alba</i>	
Poco susceptibles	<i>Pinus halepensis</i> <i>Pinus caribaea</i>	En peligro de extinción	<i>Platanus mexicana</i>	
Ocasionales	<i>Abies concolor</i> <i>Abies religiosa</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i>	Protección especial Protección especial	<i>Fraxinus uhdei</i> <i>Melia azedarach</i> <i>Alnus acuminata</i> <i>Quercus rugosa</i> <i>Quercus crasifolia</i>	

*Definido de acuerdo a: “Annotated Categorization of ALB Host Trees University of Vermont”.
<http://www.uvm.edu/albeetle/hosts.htm>

Cabe señalar que en la propuesta de trabajo se estableció determinar los cinco principales hospederos, pero dada la amplia posibilidad de hospederos que tienen estas plagas y a la también amplia distribución de los mismos en el territorio nacional de muchas de estas especies o a su posibilidad de convertirse en vectores de dispersión se determinaron las especies antes citadas.

En este sentido y de acuerdo con datos bibliográficos en Estados Unidos *Sirex noctilio* ha afectado en un 99% al género *Pinus*, en un 0.8% a *Picea* y 0.05% en *Abies*.

Con referencia a *Anoplophora glabripennis* un estudio en Estados Unidos bajo condiciones de invernadero, se evaluó la oviposición de *A. glabripennis* en cuatro especies de árboles comunes del Este de América del Norte y del bosque de madera dura, cuyo resultado determinó que el mayor número de sitios de oviposición fue en *Acer saccharum*, con respecto a *Acer rubrum*, *Fraxinus pennsylvanica* y *Quercus rubra* (Lingafelter & Hoebeke, 2002).

1.3.3. Descripción general de los hospederos y requerimientos ambientales de los mismos

A continuación se presentan la descripción de las características de los hospederos propuestos, incluyendo los requerimientos ambientales de los mismos.

***Pinus radiata* Don.**

Especie nativa de Estados Unidos de América. Árbol perennifolio entre 15 y 50 m de altura, raramente 60 m, con un diámetro normal de 30 a 90 cm. El fenotipo es muy variable, en el mundo se han observado desde individuos vigorosos con fuste recto, copa densa, redondeada e irregular, hasta poblaciones de árboles bifurcados, encorvados, con madera nudosa y otros defectos. Las poblaciones registran un incremento medio anual de 15 m³/Ha/año (CONABIO-CONAFOR, s/f).

En los Estados Unidos se ha registrado su floración durante los meses de abril a junio, sus frutos se presentan entre agosto y octubre y la dispersión de semillas de octubre a noviembre (CONABIO-CONAFOR, s/f).

En México *Pinus radiata* se asocia con el bosque de coníferas y bosque de *Quercus*. Sus poblaciones se distribuyen en los estados de Chihuahua, Distrito Federal, Estado de

México, Querétaro, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Jalisco, Tlaxcala, Puebla, Michoacán, Chiapas y Baja California (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Se desarrolla entre una altitud de 800 a 1700 m.s.n.m., con temperaturas media que van de los 18 a 22 °C y una precipitación optima de 800 a 1700 mm. Los suelos en los que crece son: Cambisoles, Regosoles y Luvisoles, con una profundidad de someros a moderadamente profundos, textura areno-arcillosa, no pedregoso y bien drenados; con un pH de neutro a moderadamente ácido (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Presenta mayor desarrollo en pendientes suaves o moderadas con exposición noreste, la exposición sur le es particularmente desfavorable. En coexistencia con zacates disminuye su crecimiento. Es resistente moderadamente a la sequía, pero se ha reportado daño significativo por heladas en varias plantaciones, aunque en Monterrey, California. (Localidad de distribución natural) presenta una breve época de heladas (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Se utiliza para producción de madera, pulpa y celulosa, a nivel mundial se le ha utilizado para aserrío, postería, cajas y en la construcción (CONABIO-CONAFOR, s/f).

70

Se ha introducido con éxito en Europa, Nueva Zelanda, el sudoeste de Australia, Chile, Brasil, Colombia y Sudáfrica. Las mayores plantaciones están en Chile y Nueva Zelanda, donde estas exceden hasta el 80 % de la superficie total de plantación.

Las plagas de mayor importancia que pueden causar altos niveles de mortandad, principalmente en las plantaciones comerciales, son: *Rhyacionia buoliana* y *Sirex noctilio*.

***Pinus patula* Schl. et Cham.**

El *Pinus patula*, conocido por los nombres de ocote, pino llorón, pino triste, pino colorado, pino chino, pino xalocote, pino macho, es un árbol de 30 a 35 m de altura y de 50 a 90 cm de diámetro normal. Su copa es abierta y redondeada, tronco recto y libre de ramas hasta una altura de 20 m, con una raíz profunda y poco extendida. Es de rápido crecimiento, 20 m³ /Ha/año. El crecimiento se detiene sensiblemente entre los 30 y 35 años de edad.

La maduración de los frutos se presenta hasta el final del año siguiente, el ciclo fenológico desde el inicio de la floración hasta la madurez de la semilla, es aproximadamente de 24 meses. El período de fructificación se presenta cada cuatro o cinco años, “año semillero”; sin embargo, en condiciones climáticas favorables se puede presentar producción anual y sus conos se caracterizan por ser seróticos (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Se distribuye naturalmente sobre las formaciones montañosas de la Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y la Sierra Madre de Oaxaca, en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Hidalgo. Puebla, Veracruz, Oaxaca, Querétaro, Distrito Federal, Tlaxcala. En los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz, se encuentran las poblaciones más grandes y con los mejores desarrollos. Existen plantaciones en Puebla, Estado de México, Michoacán y Distrito Federal (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Su distribución está entre 1600 y 3100 m.s.n.m. (óptima entre los 1800 y 2400), con rango de temperatura de -14 a 40 grados centígrados. Se encuentra en zonas con precipitaciones que van de los 600 mm hasta los 1500 mm de precipitación anual. Se desarrolla principalmente en zonas templadas con exposiciones norte y aquellas que reciben una gran cantidad de niebla durante el año, es posible encontrarla en lugares donde llegan los vientos húmedos del Golfo de México, aunque también pueden crecer en donde no exista humedad relativa alta (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Prefiere suelos poco pedregosos, con pH de 3.8 a 6.6 y bien drenados, de textura arenosa a arcillosa de francas a migajosas en el horizonte A, arcillosas en las partes más profundas (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Crece en terrenos de topografía plana y lomeríos con pendientes moderadas y hasta de 45 grados. Se menciona que la regeneración natural de *P. patula* se presenta con mayor frecuencia al pie de arbustos de *Baccharis conferta*, supuestamente debido a la protección mecánica que reciben las plántulas contra el pastoreo (CONABIO-CONAFOR, s/f).

En su uso, la madera es de buena calidad: se recomienda para construcciones que requieran resistencia, para postes, durmientes, pilotes, armaduras y vigas. Se emplea para la elaboración de cajas de empaque y para acabados interiores y exteriores. También es muy apreciada en la fabricación de papel debido a la longitud de sus fibras (CONABIO-CONAFOR, s/f).

***Pinus jeffreyi* Grev. & Balf.**

A *Pinus jeffreyi* se le conoce con los nombres comunes de Pino negro, Pino real, Pino trusa y está sujeta a protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010). Es originario de los Estados Unidos (Oregón, Nevada y California) (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Es un árbol de fuste recto, sin ramas, de 60 m de alto y llega tener hasta 2.0 m de diámetro normal. Florece de marzo a abril (CONABIO-CONAFOR, s/f).

En México se distribuye en Baja California Norte, con dos poblaciones: San Pedro Mártir y Sierra de Juárez, entre una altitud que va de 1530 a 3050 m.s.n.m., temperaturas entre -15 como mínima hasta 40 como máxima y precipitaciones de 350 a 500 mm a baja altitud y 600 a mayor altitud (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Se desarrolla en suelos derivados de granito o púmicos con textura arcillo-limoso y limoso poco profundos. Potencial para sitios donde se han dejado desperdicios de minas con alta acidez en el suelo, especialmente de sulfuro y donde la disponibilidad de nitrógeno es baja. Madera de excelente calidad, dura, resistente, para molduras, construcción, muebles, puertas y ventanas. Potencial para triplay y papel, y es ornamental (CONABIO-CONAFOR, s/f).

***Pinus ponderosa* Dougl.**

El *Pinus ponderosa*, comúnmente conocido como pino real o pino blanco, es un árbol perennifolio de 25 a 35 m, en ocasiones 60 m, con diámetro normal hasta de 1.5 m. Tiene copa angosta y ramas extendidas o algo caídas Su floración está registrada de marzo a abril, sus semillas maduran en intervalos irregulares de 2 a 10 años (CONABIO-CONAFOR, s/f).

72

En México sus poblaciones se distribuyen en la Sierra de Juárez, San Pedro Mártir, Baja California, y al oeste de Chihuahua. Se desarrolla a un altitud entre 800 (mínima) a 2350 m.s.n.m. (máxima) y precipitaciones de 250 a 1,500 mm (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Tiene un mejor desarrollo en suelos migajón-arcilloso o areno-arcillosa, con pH de 4.9 a 9, ricos en carbonato de calcio, profundos. En general los suelos arenosos o gravosos son favorables para el establecimiento de plántulas; sin embargo, en estados juveniles y adultos se desarrollan mejor en suelos arcillosos, ricos en materia orgánica y nitrógeno, pobres en fósforo y medios en potasio. (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Es uno de los árboles maderables más importantes de los Estados Unidos. Las propiedades de la madera y su tamaño potencial lo hacen idealmente adecuado para la madera aserrada que se utiliza para la construcción. Se utiliza como madera en rollo para postes y aserrada para las cajas, marcos de ventanas, puertas, escaleras, pisos, apartaderos, paneles, chapas y para muebles.

Entre sus mayores plagas se encuentran: *Arceuthobium campylopodum*, *Sirex noctilio*, *Ips grandicollis* y *Cydia piperana*.

***Pinus halepensis* Miller.**

El pino halepo (*Pinus halepensis*) es una especie arbórea de origen mediterráneo (Europa, Asia y África), con alturas de 15 a 20 m de altura y hasta 70 cm de diámetro normal. El tronco es macizo y tortuoso, de corteza gris rojiza y copa irregular con estróbilos rojizos de forma oval que miden 10 cm de longitud. Acículas largas agrupadas en pares, muy flexibles y ligeramente amarillentas (CONABIO-CONAFOR, s/f).

En México, las poblaciones de *Pinus halepensis* han sido introducidas en varios estados y están asociadas con el bosque de pino. Se desarrolla desde el nivel del mar hasta 2,200 m, con rangos de temperatura que oscilan entre los 2°C (mínima) a 34°C (máxima) y precipitaciones que van de los 400 mm hasta los 800 mm anuales (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Crece en suelos arenosos, francos arenosos, poco profundos con buen drenaje, escasamente fértiles con subsuelo calcáreo (CONABIO-CONAFOR, s/f).

73

Tiene una gran capacidad de adaptación a diversos climas y suelos, se adapta a zonas secas (aún en sitios con solamente 250 mm de precipitación anual), donde hay hasta 8 meses de sequía. Esta especie tiene la capacidad de soportar altas temperaturas y a la vez ser resistente a las heladas (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Se utiliza en la fijación de dunas, en terrenos erosionados, además de tener un potencial para cortina rompevientos de corta altura, así como uso ornamental en parques y jardines (CONABIO-CONAFOR, s/f).

***Pinus caribaea* (Sénéclauze) Barret y Golfari.**

El *Pinus caribaea* conocido en México por los nombres de: Pino amarillo (Quintana Roo y Yucatán). Es un árbol perennifolio de 20 a 30 m de altura con un diámetro a la altura de pecho de 50 a 80 cm. Tiene una copa de redonda a piramidal, cuyas acículas están en fascículos de 3 a 4 (raramente 2 ó 5), son gruesas, rígidas y erectas, de color verde amarillentas, con una longitud de 15 a 25 cm (CONABIO s/f).

El fuste es recto y bien formado con ramas bajas largas, extendidas horizontalmente y caídas, ramas superiores ascendentes. La corteza externa es gruesa de color café rojiza con placas ásperas y con fisuras profundas verticales y horizontales. Poseen un cono rojo

pardusco o café, de forma cilíndrica a cónico ovoide, ocasionalmente oblicuo, de 5 a 12 cm de largo por 3 a 8 cm de ancho. Crecen solos o en grupos; conteniendo de 30 a 60 semillas por cono, la cual es pequeña de 5 a 6 mm con un ala de 20 mm, articulada y cubre parcialmente a la semilla. Es monoico con sistema radial amplio y profundo (CONABIO s/f).

Árbol originario de la zona tropical de Centroamérica, se le encuentra en Nicaragua, Honduras, Belice, Guatemala, Islas Bahamas y Cuba (CONABIO, s/f).

En México su distribución se encuentra en los Estados de Quintana Roo y Yucatán, actualmente ha sido distribuido a Oaxaca y Chiapas con fines comerciales. Se desarrolla en altitudes que van de los 0 a 800 m.s.n.m. Las temperaturas medias en la que se desarrolla oscilan entre 22 y 28 °C, con máximas de 37 °C y mínimas esporádicas de 5 °C. Suelos franco o franco-arenoso, profundo, café-claro, arcillo-arenoso, con gran cantidad de grava, pobremente drenado, infértil y con buen drenaje, arenoso de reacción ácida, arcilloso, sílico-arcilloso con abundante hierro. Desarrolla en pH de 5 a 5.5 (CONABIO-CONAFOR, s/f).

La madera se usa generalmente para muebles, pisos, chapa y láminas para contrachapados. Localmente se emplea para leña y para construcción rural y pesada. La resina sirve como materia prima de la industria productora de jabón, desinfectantes, barnices, fármacos, hules y pinturas (CONABIO, s/f).

74

***Abies concolor* (Gordon & Glend.) Lindl.**

El Oyamel de California, Pinabete, Abeto u Oyamel, es árbol de tronco recto, corteza de un color blanco-grisáceo cuando es joven tornándose gris-café cuando es adulto, subiendo el tono hasta alternar líneas claras y oscuras, también es resinoso, hojas alternadas de +/- 2 en ramas bajas, de 3-9 cm de longitud sobre la superficie de las ramas, presenta, conos de 6-13 cm de longitud cuando se abre (CONABIO, s/f).

Se distribuye desde Oregón en las montañas azules hasta el sur de California y norte de Baja California al oeste en algunas partes de Idaho, Wyoming y sur de Colorado, así como en el sur de las montañas Rocosas de Utah y Colorado, sur de Arizona, Nuevo México y norte de México (CONABIO, s/f).

Hábitat en bosques mixtos de coníferas principalmente en zonas de suelo profundo y bien drenado, bases de arroyos, zonas pedregosas y en algunos valles de la sierra. Se desarrolla en climas templados (CONABIO, s/f).

El Abeto del Colorado (*Abies concolor*) es una especie nativa del Oeste de Norteamérica, las Montañas Rocosas y crece desde Arizona, Colorado, Utah y hasta México en altitudes entre 1800 y 3600 m.s.n.m. Es un árbol de porte grande que alcanza de 25 a 60 m de altura y con más de 2 m de diámetro a la altura de pecho. Es generalmente tolerante una variedad de condiciones del suelos, disponibilidad de nutrientes y pH. Se considera más dependiente a la disponibilidad de humedad y la temperatura que a los suelos, siendo moderadamente sensitivo a los excesos de humedad en el suelo.

Introducido en Europa en 1872, se ha extendido por la cuenca del Mediterráneo y desde el Báltico hasta el Mar Negro; no obstante conquistó rápidamente un lugar importante, no sólo como el abeto más cultivado en colección, sino también como elemento importante en la composición floral de los parques y jardines europeos.

Para su floración le favorece la semisombra, también florece en campo abierto, es relativamente poco exigente en cuanto a la fertilidad del suelo y la humedad atmosférica, soportando el clima seco y zonas cálidas y resistiendo perfectamente no sólo en regiones situadas mucho más al Norte sino que también resiste el medio urbano mejor que cualquier otra conífera. Clasificado también como *Picea concolor*; el calificativo concolor se debe a que las acículas u hojas presentan idéntico color por el haz y el envés.

Es un excelente árbol ornamental por ser uno de los abetos más bellos y resistentes, teniendo significancia económica cuando crece en bosques cuyas regiones pueden ser más secas.

Esta especie puede ser atacada por plagas de adélgidos, curculiónidos, tortricidos, áfidos y tineoideos. En tanto en cuanto a enfermedades puede verse afectada por hongos (*Monilinia fructicola*).

***Abies religiosa* (Kunth Schltdl. et Cham.)**

Abies religiosa, llamado comúnmente Abeto – Veracruz; acshoyatl – Estado de México; bansú (lengua otomí) – Hidalgo; ocopetla - Teotepac, Gro.; oyamel – Estado de México, Hidalgo; pinabete – Michoacán y Jalisco; thúcum (lengua tarasca) – Michoacán; ueyomel - Ixcaltépec, Gro.; xolócotl – Estado de México (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Nativo de las montañas centrales y del sur de México (Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur) y del oeste de Guatemala. Crece a altitudes de 2500 a 3500 m.s.n.m. en bosques templados y con precipitación media anual superior a los 1000 mm, con veranos húmedos y caída de nieve invernal. (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Es un árbol de tamaño grande, perennifolio, de 25 a 50 m de altura, con un tronco recto de hasta 2 m de diámetro a la altura de pecho. Las hojas son como agujas chatas de 15 a 35 mm de longitud y 1.5 mm de ancho por 0.5 mm de espesor, verde oscuro en el haz, y con dos bandas azul blancas de estomas en el envés; el extremo de la hoja es agudo. El arreglo de hojas es en espiral. Los conos tienen 8 a 16 cm de longitud y 4 a 6 cm de ancho, antes de madurar azul púrpura oscuros; las brácteas son púrpura o verdosas, de moderada longitud. Las semillas aladas se despegan cuando los conos se desintegran en la madurez, 7 a 9 meses luego de la polinización (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Se considera un elemento arbóreo de alta montaña muy resistente al frío pero no así a temperaturas altas, en alturas inferiores a los 2000 m.s.n.m., presenta mayor vulnerabilidad a enfermedades y plagas (CONABIO-CONAFOR, s/f).

76

Se desarrolla en suelos generalmente profundos, aunque también en suelos someros de textura limo-arenosa, arcillo-arenosa o arenosa con una pedregosidad de ligera a moderada, granular o en bloques, con un pH de 5 a 7, y muy ricos en materia orgánica (hasta 70 %, especialmente en horizontes superficiales). Prefiere sustratos bien drenados y húmedos la mayor parte del año. Las temperaturas en su hábitat varían entre los -20 °C, una media de 7° C a 15° C hasta máximas de 25° C. La precipitación media anual es superior a los 1000 mm (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Los suelos donde se establece el oyamel son muy jóvenes, de origen volcánico (andesitas, basaltos o riolitas), y presentan geoformas con pendientes muy pronunciadas. También se menciona que las propiedades físicas del suelo influyen más en el desarrollo que las químicas, la profundidad, el drenaje, la textura, estructura y el contenido de humus son propiedades decisivas en su desarrollo. (CONABIO-CONAFOR, s/f; NATURALISTA, s/f).

El uso más importante es como árbol de ornato en temporada navideña, además de sus ramas que se utilizan para hacer adornos en ceremonias religiosas. La madera no es de muy buena calidad, pero se recomienda para fabricar papel, ya que la pulpa es de muy buena calidad (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Pseudotsuga menziesii

Los árboles de *Pseudotsuga menziesii* conocidos como pinabete, abeto Douglas cahuite, pinabete, ayarín y gayamé colorado se encuentran en poblaciones aisladas, frecuentemente mezclados y dominados por otras especies. El pinabete crece en forma natural principalmente en la porción norte de la Sierra Madre Occidental, en los estados de Chihuahua, Durango, Sonora y Zacatecas, y en la parte norte de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León Coahuila y Tamaulipas. Además se encuentra en pequeños rodales en la parte oriental del Eje Neovolcánico, en el centro del país.

En el noroeste de México se encuentra en intervalos altitudinales de entre 1500 y 3600 m.s.n.m. preferentemente sobre los 2800 m.s.n.m., en tanto que para el centro del país la altitud de las poblaciones oscila de 2450 a 3400 m.s.n.m. (Ventura-López *et. al.*, 2010)

Son árboles usualmente de 12 a 20 metros y hasta 40 metros, con follaje perennifolio. Es común encontrar esta especie en barrancas pronunciadas y lomeríos, sitios favorecidos por condiciones de sombra y humedad, preferentemente en temperaturas medias de 7 a 13°C y precipitaciones medias de 1200 mm. Los suelos en los que se desarrolla suelen ser de someros a profundos, con texturas franco-arenosas, arcillosas, francas o arcillo-limosa, pedregosas y húmedas.

77

***Acer grandidentatum* Nutt.**

El *Acer grandidentatum* conocido como arce de diente grande, arce de azúcar de las Montañas Rocosas, arce de cañón, es un árbol nativo de Norteamérica alcanza 15 metros en altura, formando un amplio dosel, presenta corteza café grisácea que puede ser suave o escamosa. Las hojas son lobuladas con un diámetro de 6 a 13 cm., color verde oscuro en el haz y envés pálido, notables por su brillantez en otoño, cuando cambian a tonos rojos, naranjas y amarillos antes de caer. Presentan flores amarillas pequeñas pubescentes (Gilman & Dennis, 1993).

Presenta una altura de 12 a 15 m. y una forma de la copa redonda, su follaje presenta un tipo de hoja simple, margen foliar lobulado-dentado, forma de la hoja de estrella, venación de la hoja palmada y tipo de hoja y persistencia deciduo, la longitud de hoja es de 10 a 20 cm (Gilman & Dennis, 1993).

Las flores son de color amarillo, son inconspicuas y no llamativas, florece en primavera, los frutos son de forma alargada, con una longitud de 1.27 cm a 2.54 cm, su cubierta es seca o dura y su color es verde, es atractivo para las aves. El tronco y las ramas tienden a inclinarse cuando el árbol crece y requiere poda para el paso de vehículos o peatones y para desarrollar una fuerte estructura. Las ramas son resistentes a fracturas y para su

cultivo requiere lugares a media sombra y también en áreas descubiertas. Es tolerante a suelos arcillosos, arenosos, ácidos y alcalinos bien drenados, tolera moderadamente la sequía. No presenta problemas de raíces superficiales y es tolerante al ozono (Gilman & Dennis, 1993).

Esta especie puede ser un buen candidato para plantar a lo largo de calles en áreas con suficiente espacio para que se extiendan las raíces, crece en áreas expuestas al sol o sombra parcial y a menudo se encuentra en su hábitat natural en suelos húmedos y bien drenados. Las plantas silvestres en áreas abiertas resisten largos periodos de sequía. No se presentan plagas y enfermedades de cuidado para esta especie (Gilman & Dennis, 1993).

***Salix bonplandiana* H.B.K.**

Salix bonplandiana conocido como ahuejote es un árbol de 6 a 10 m de altura, con un diámetro normal de hasta 80 cm. Presenta hojas simples, alternas, linear-lanceoladas a oblongas, glabras, de 6 a 15 cm de largo por 1 a 3 cm de ancho, margen finamente serrulado; verdes en el haz, glaucas en el envés. Ramas abundantes, delgadas, ascendentes y glabras. Corteza café oscuro a negruzco, rugosa, fisurada en bordes escamosos, aplanados, irregulares (CONABIO, s/f).

78

Planta originaria de México, ampliamente distribuida desde el suroeste de los estados Unidos (California, Utah, Arizona), llegando hasta Guatemala a través de casi todo el territorio mexicano (CONAFOR-SEMARNAT, s/f).

Son árboles típicos del paisaje lacustre de la Ciudad de México. Se distribuye en Sonora, Chihuahua y de Coahuila a Oaxaca. Con rangos de altitud de 1200 a 2500 m.s.n.m. (CONABIO, s/f).

Sus ramillas son utilizadas en cestería, la madera se emplea para construir graneros eficaces contra plagas, para mojoneras naturales y sujetadores de borde y las hojas como forraje (CONABIO, s/f).

Le favorecen los suelos ácidos y húmedos como regosol eútrico, litosol así como suelos someros y pedregosos.

Los insectos más perjudiciales para el ahuejote son los chupadores, ya que dañan hojas y tallos tiernos. Lo atacan con frecuencia el gusano de bolsa *Malacosoma incurvum* (Lepidóptera), el gusano medidor *Hylaea punctillaria*, el pulgón gigante *Tuberolachnus salignus* y la palomilla *Paranthrene dollii*.

***Salix babylonica* L.**

De nombre común “Sauce llorón” y “sauce”, el árbol de *Salix babylonica* tiene una altura de 10 a 20 m y un diámetro a la altura de pecho de entre 60 y 80 cm. Perennifolio o caducifolio según la disponibilidad de agua que tenga en el suelo durante la época de sequía. Es originario de China y se cultiva en algunas regiones de México (Niembro, 1990).

Presenta tronco surcado, generalmente dividido cerca del suelo. Ramas pendulares, corteza gris-negra, hojas lanceoladas a lanceoladas lineales, de 9-16 cm de largo, de 0.5-1.5 cm de ancho, márgenes finamente serrados, ligeramente brillantes, verde oscuro arriba, gris-verde con venación claramente reticulada debajo (Niembro, 1990).

El principal uso que se le da es como planta de sombra y ornato en parques y jardines por la belleza de su follaje (Niembro, 1990).

Si bien su crecimiento es rápido, no vive más de 60 años y crece de manera silvestre y sin cuidados especiales en la región de Soconusco, zona costera del estado de Chiapas, México. Es un árbol usado por los nativos de esta zona para postes para cercas, leña y sombra. Tiene un importante valor desde el punto de vista ecológico ya que evita la erosión del suelo en riberas de ríos, con lo que protege la flora de la zona y fortalece los cauces ante posibles desbordamientos. Una plaga importante es *Corythucha salicata*.

***Ulmus mexicana* (Liebm.)**

Especie que se conoce con los nombres comunes de zempoaléhuatl, cuerillo, cuero, ilite, papalote y olmo (Especies forestales de uso tradicional en el Estado de Veracruz, s/f).

Árbol caducifolio con alturas de 25 a 40 m, con diámetros de 100 a 250 cm. La copa es umbelada, el follaje verde brillante y abierto con ramas oblicuamente extendidas; fuste recto, cilíndrico. La corteza es de color pardo grisácea a grisácea oscura, áspera, fisura longitudinalmente. Las hojas son simples, alternadas, verde amarillentas de 12 a 18 cm de largo y de 4 a 6 cm de ancho (CATIE, s/f).

Se distribuye naturalmente desde las tierras altas de México hasta Costa Rica y Panamá. Su distribución altitudinal varía de 900 a 2200 msnm, con precipitaciones de 1900 a 3800 mm y temperaturas de 16 a 20 °C. Crece en suelos de origen volcánico, calizo o metamórfico, con pendientes de 15 a 60 % bien drenados y pedregosos. Es una especie emergente, heliófita que llega a alcanzar el dosel, típica de bosques secundarios (CATIE, s/f).

Considerado un árbol maderero, la madera es dura y pesada (gravedad específica de 0.55). La albura y el duramen están claramente definidos y después del secado, los anillos de crecimientos son visibles. La madera es difícil de secar, se retuerce y colapsa durante el proceso. Es fácil de trabajar y preservar, y tiene una excelente durabilidad natural. El contenido de sílice de la madera es de 0.35 y puede dañar las herramientas. La madera se usa para implementos agrícolas, pisos, durmientes en líneas de ferrocarril, muelles, gabinetes, decoración de interiores, muebles, mango de herramientas, madera y carbón. El ganado se alimenta de las ramas y el follaje (Niembro, 1990).

***Populus tremuloides* Michx.**

Especie arbórea conocida con los nombres de alamo, alamillo, usaroko, wisaroki y alamo temblón. Árbol caducifolio de 5–15 m de alto, de copa redondeada, el tronco recto, de 10-20 cm de diámetro a la altura de pecho; corteza casi lisa, gris clara a blanquecina, ramas rectas, copa redondeada, hojas con haz más brillante que el envés, glabra, trinervada en la base o un poco más arriba; flores masculinas cortamente pediceladas; flores femeninas con el disco ligeramente crenado; semilla obovoide, de color café-amarillento, de ± 1 mm de largo (Martínez & González, 2002; Eleazar Carranza, 1995).

80

Crece a altitudes más elevadas en latitudes tan al sur como Guanajuato, México. En el oeste de Estados Unidos, este árbol raramente sobrevive a altitudes inferiores a 350 m.s.n.m. Generalmente se le encuentra en el rango de los 1250 hasta los 3000 m.s.n.m.

Es un árbol mediano, usualmente de 20 25 m en etapa adulta, con un tronco de 20 a 80 cm de diámetro normal, teniéndose registros máximos de 37 m de altura y 1.4 m de diámetro normal. Las hojas de los adultos son cercanamente redondeadas de 4 a 8 cm de diámetro con pequeños escotaduras redondeadas, peciolo achatado. Los árboles jóvenes los tienen mucho más largas, de 10 a 12 cm, de forma más pareciendo a hojas triangulares (CONABIO, s/f).

Es un árbol dioico con las flores masculinas y femeninas en diferentes árboles. El fruto son cápsulas de 10 cm de longitud, pendulares con un pedúnculo de 6 mm, cada cápsula contiene cerca de diez diminutas semillas embebidas en pelusa algodonosa, ayudando a la dispersión eólica luego de madurar a principios del verano (CONABIO, s/f).

Se propaga tanto por semillas como brotes de raíces, y el uso extensivo de colonias clonales es común. Los tonos del verano usualmente oscilan en los amarillentos brillantes; en algunas áreas, los rojizos fuertes se ven ocasionalmente (CONABIO, s/f).

Es un árbol muy apreciado por su rápido crecimiento y porte atractivo que se ha utilizado como ornamental en parques y jardines. Su madera se ha utilizado para la elaboración de papel. La corteza se emplea en la medicina tradicional (Martínez & González, 2002).

Las hojas del álamo temblón son alimento preferido de varias especies de lepidópteros.

***Populus alba* L.**

Conocido como álamo blanco o álamo plateado, el *Populus alba* es un árbol de hasta 12 m alto, dioicos, de corteza lisa y color gris. Hojas con haz glabrescente, pubescente sólo en la base de las nervaduras, envés blanquecino (Ayala & Solano, 2011).

Especie ampliamente distribuida y cultivada en el continente americano. En México *Populus alba* es común en parques y vías públicas como planta ornamental. Crece en bosque de galería, en una elevación de 2150 m.s.n.m. (Ayala & Solano, 2011).

Crece en suelos rico, pero no tiene grandes requerimientos en cuanto al tipo de suelo, pudiendo vivir en suelos pobres calcáreos y húmedos en las proximidades de los ríos. Además, son capaces de crecer en un suelo arenoso costero soportando eventuales encharcamientos por agua de mar en su sistema radicular (Ayala & Solano, 2011; CONABIO, s/f).

Soporta bien el frío y los calores excesivos con tal de tener aprovisionamiento de agua y posee un crecimiento rápido.

***Platanus mexicana* Moric**

Platanus mexicana conocido como guayabillo, haya, acuáhuatl, chicolcohuite es una especie nativa del este y sureste de Norteamérica, de 15 a 25 m de altura con diámetro a la altura de pecho de 80 a 100 cm (SEMARNAT-CONAFOR-SNIF s/f).

Hojas peltadas de 9 a 20 cm de largo, 8 a 20 cm de ancho, haz y envés tomentosos. Pierde sus hojas de diciembre a febrero. Sombra medianamente densa, en otoño las hojas toman un color amarillo y anaranjado. Tiene tronco con ramificación irregular. Ramas jóvenes densamente cubiertas por tricomas lanosos distribuidos en pequeñas agrupaciones (flocosas). Corteza externa con exfoliación en placas formando áreas blancas. Inflorescencias en forma de cabezuelas generalmente unisexuales, masculinas flexuosas, de 3 a 7 cm de largo, femeninas apicales, 12 a 30 cm de largo con 2 a 5 hojas por inflorescencia. Frutos de 5 mm de largo, con el estilo persistente, lineares pero

agrandados y tomentosos o glabrescentes en el ápice, florece de diciembre a febrero (SEMARNAT-CONAFOR-SNIF s/f).

Se presenta en Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz y Chiapas, en una altitud entre 160 a 1,800 m.s.n.m., se encuentra en cañadas, a lo largo de arroyos y ríos, en zonas de cultivo de café, en suelos tipo andosol húmico, arcilloso-arenoso, sobre roca sedimentaria (SEMARNAT-CONAFOR-SNIF s/f)

La vegetación asociada a esta especie es *Taxodium mucronatum*, *Liquidambar styraciflua*, *Crataegus* sp., *Carpinus* sp., *Juniperus* sp., *Populus* sp., *Quercus* sp., *Salix* sp., se desarrolla en zonas de Trópico subhúmedo y zonas acuática y subacuática.

Es una especie de rápido crecimiento, llega a vivir hasta 60 años, tiene potencial para reforestación en zonas degradadas de selva. Su principal uso es como planta de ornato en calles, parques y jardines por la belleza de su follaje y por su corteza atractiva. Es tolerante a la contaminación ambiental e intolerante a la sombra (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Fraxinus uhdei (Wenz.) Ligelsch

Fraxinus uhdei recibe los nombres de fresno blanco, fresno y madre de agua, es un árbol nativo de México, de rápido y vigoroso crecimiento de 15 a 20 m de altura y con un diámetro normal de hasta 1 m. Sus hojas son perennifolias o caducifolias. Pierde el follaje durante un período corto en la época seca, florece de marzo a mayo, durante la temporada seca, fructifica de julio a septiembre (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Es una especie dioica y presenta copa compacta y redondeada hacia la punta, su sombra es densa. Hojas pinnadas compuestas, opuestas, de 20 a 30 cm de longitud, 5 a 9 folíolos, generalmente 7, ovado-lanceoladas, margen entero o crenulado serrado hacia el tope. En el otoño las hojas adquieren una tonalidad rojo-púrpura, rosada o amarillenta. Tronco recto con ramas ascendentes. La corteza externa es de color gris claro a café oscura, agrietada con placas cuadrangulares. Las flores unisexuales, en panículas estaminadas y pistiladas, racimos estaminados cortos y densos, racimos pistilados de 5 cm de largo; flores diminutas verde a rojas, sin pétalos, cáliz campanulado. El fruto elongado alado (sámara) con una sola semilla creciendo en racimos densos de 15 a 20 cm de largo. El cuerpo de la semilla es rollizo de 2.5 a 6 cm de largo por 0.6 cm de ancho, presenta una ala oblonga a espatulada, delgada, lisa, aplanada, de color amarilla a café. Tiene una mayor tendencia hacia el desarrollo de raíces profundas (CONAFOR-SNIF-SEMARNAT, s/f).

Se encuentra en Colima, Chiapas, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Veracruz, asociado a bosque de encino, bosque de pino, bosque mesófilo de montaña y bosque de galería (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Se desarrolla a una altitud entre los 600 a los 2600 m.s.n.m., crece en suelos Alfisoles, Ultisoles y Entisoles (Clasificación FAO), requiere suelos profundos, de textura arcillosa, arenosa, limosos. Crece en suelos moderadamente pedregosos, requiere suelos húmedos, suelos ácidos o ligeramente alcalinos, con una cantidad de materia orgánica de moderada a rica. Se desarrolla mejor en suelos urbanos con textura gruesa. Requiere de suelos frescos y de origen calcáreos. (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Se desarrolla en un rango de temperatura de 12 a 25 °C, requiere una precipitación de 800 mm a 1000 mm. Le favorecen los climas templados y es susceptible a heladas en los primeros años de vida. Se considera como indicadora de ozono. Requiere una exposición soleada. No tolera sales, ni resiste la sequía (CONABIO-CONAFOR, s/f).

En plantaciones de alineación guardar una distancia de 10 m entre los árboles y en aceras no menores de 8 m de ancho y una superficie mínima por árbol de 6 m², de lo contrario levanta banquetas, muros, ductos y drenaje. Necesidad moderada de riego yno requiere fertilización. Las semillas se cubren con 6 a 8 mm de suelo y se recomienda sombrear las camas después de la germinación (CONAFOR-SNIF-SEMARNAT, s/f).

La madera se utiliza para elaborar artesanías, juguetes, instrumentos musicales, implementos agrícolas, mangos para herramientas, muebles finos, artículos deportivos y torneados y decoración de interiores. La madera está aprobada para su posible utilización en zapata para el sistema de frenos del Sistema de Transporte Colectivo Metro (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Esta especie es resistente al fuego y al daño por termitas, además es tolerante a la sombra y a inundaciones temporales. (CONAFOR-SNIF-SEMARNAT, s/f).

***Melia azedarach* L.**

Melia azedarach llamada comúnmente paraíso, piocha, lila y canelo, es una especie nativa del sur y del este de Asia, se encuentra cultivada en algunas regiones tropicales y subtropicales de México. Es un árbol de 18 m de altura, pero comúnmente alrededor de 10 m y su tronco alcanza hasta de 40 cm de diámetro a la altura de pecho. Es subcaducifolio, florece durante la mayor parte del año, la fructificación se puede registrar

durante todo el año. Se ha plantado en Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Oaxaca, tabasco, Michoacán y Yucatán (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Las partes jóvenes de los árboles presentan pelos simples y ramificados, las hojas son alternas y muy grandes, de hasta 50 cm de largo y hasta 25 cm de ancho. Cada hoja parece una rama, ya que se trata de hojas compuestas por numerosas hojillas (foliolos) dispuestas sobre las ramificaciones que parten de un eje principal (raquis) en cuyo ápice se encuentra un foliolo. Las hojillas (foliolos) son ovadas, de hasta 8 cm de largo, puntiagudas, con la base variable, margen aserrado o lobado. El árbol queda sin hojas por alguna temporada en el año. Las inflorescencias generalmente más cortas que las hojas. El cáliz de 5 (raramente 6) sépalos cortos, cubiertos de pelillos; la corola de 5 (raramente 6) pétalos muy largos y angostos, de color blanquecino o rosado a violeta, a veces con pelillos en su cara externa; los estambres se encuentran unidos formando un tubo de color morado, largo, acostillado, que termina en apéndices largos y delgados con el ápice dividido, las 10 a 12 anteras se encuentran en la parte interior del tubo cerca de su ápice; estilo 1, con 5 lóbulos en el ápice. Los frutos en racimos colgantes, vistosos. Cada fruto globoso, amarillo (negro al secar) carnosos, con un “hueso” en el centro que encierra a las semillas (CONABIO, 2009).

84

Se encuentra en una altitud entre 600 a 2200 m.s.n.m., en suelos Podzoles, Acrisol (Clasificación FAO), de someros con profundidad menor a 50 cm, a profundos mayor a 90 cm, de textura arcillosa, ligeramente arenosa y franca, con buen drenaje y con pH ácido, alcalino y neutro, ricos en materia orgánica. Puede establecerse en lugares con temperaturas entre 13 y hasta 30.1 °C. Los árboles jóvenes son susceptibles a las heladas, pero los árboles maduros pueden soportarlas. Respecto a la precipitación se desarrolla entre 600 a 3000 mm, también es tolerante a las sequías (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Es utilizada como planta de sombra y ornato en parques y jardines por la belleza de sus flores de color malva y por sus frutos amarillos muy decorativos. La madera se usa localmente para leña, mangos para herramientas e implementos agrícolas, muebles y gabinetes, instrumentos musicales, artículos torneados, ebanistería, juguetes y fabricación de papel para imprenta y la fabricación de tableros de fibra. Los frutos, flores, hojas, y corteza poseen propiedades insecticidas por la presencia de dos alcaloides, paraisina y azadiractina; productos que se han estado utilizando para el control de plagas en los granos almacenados (CONABIO-CONAFOR, s/f).

***Alnus acuminata* H.B.K.**

Alnus acuminata llamado aile, abedul, olmo del país, palo de águila, yaga-bizie, palo de lama, aliso, labrán, cerezo, es un árbol nativo de México, aunque numerosas especies de *Alnus* se localizan en Norte América, Centro América y en algunas regiones de Argentina (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Árbol o arbusto caducifolio, de 10 a 25 m de altura, con un diámetro a la altura de pecho de 35 a 40 cm. Presenta tronco cilíndrico a ligeramente ovalado, frecuentemente con ramificaciones. En campo abierto desarrolla ramas gruesas desde la base mientras que en bosque denso alcanza una mayor proporción de tronco libre de ramas y nudos por una poda natural. Tiene corteza lisa o ligeramente rugosa, escamosa en individuos viejos, con frecuencia marcada con arrugas transversales o constricciones circundantes (CONAFOR-SNIF-SEMARNAT, s/f).

Las inflorescencias masculinas en amentos de 5 a 10 cm de largo, generalmente en agrupaciones de 3; Inflorescencias femeninas 3 a 4 en racimos, de 3 a 8 mm de largo en antesis; conos de 11 a 28 mm de largo y de 8 a 12 mm de diámetro. Florece de febrero a abril. Su fruto es elíptico a obovado, papiráceo coriáceo, con el margen alado y estilo persistente. Las alas angostas de 2 a 2.3 mm de largo y 0.2 a 1 mm de ancho, el cuerpo de 1.5 a 3 mm de largo y 1.5 a 1.8 mm de ancho. Raíz. Sistema radical poco profundo, amplio y extendido. Fructifica de junio a diciembre (CONAFOR-SNIF-SEMARNAT, s/f).

El género *Alnus* se puede encontrar en laderas montañosas muy inclinadas con condiciones secas. Prospera en las riberas de los ríos y en pendientes húmedas. Se desarrolla en áreas con neblina frecuente. Su rango de temperatura va de 4 a 27°C y puede soportar temperaturas que bajan temporalmente a 0 °C. Precipitación de 1000 a 2000 mm. Suelos limoso o limo-arenoso de origen aluvial o volcánico, profundos y bien drenados, de tipo cambisol vértico y eútrico (CONAFOR-SNIF-SEMARNAT, s/f).

Se distribuye en los estados de Sonora, Durango, Sinaloa, Jalisco, Hidalgo, San Luis Potosí, Veracruz y Ciudad de México (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Se considera una especie importante para la restauración de suelos degradados, tiene la propiedad de mejorar la fertilidad del suelo debido a que sus raíces fijan el nitrógeno atmosférico. La plantación de *Alnus* asociada con maíz y frijol puede representar una opción rentable para el productor. De la misma forma cuando se asocia con pastos se ha encontrado que el pasto crece mejor bajo árboles de *Alnus* (CONABIO-CONAFOR, s/f).

En rotaciones de 20 años, la producción o rendimiento anual de madera para leña y uso industrial en sitios adecuados es de 10 a 15 m³/ha. (CONAFOR-SNIF-SEMARNAT, s/f).

Las características físicas de la madera de árboles adultos permiten su fácil manejo. Se reporta que es usada en la fabricación de cajas para transporte de hortalizas, hormas para zapatos, palillos de fósforos, en carpintería, ebanistería y muebles de corte recto así como para leña, carbón, aserrío y pulpa para papel. La corteza es astringente y rica en taninos por lo que en México se usa como curtiente además la infusión que se obtiene de la corteza se utiliza en medicina casera en enfermedades cutáneas y venéreas, además, las hojas son usadas como cataplasmas para heridas de piel, y los extractos del fruto para inflamación de garganta. En su medio natural proporciona hábitat y alimento a la fauna silvestre (CONABIO-CONAFOR, s/f).

***Quercus rugosa* Née.**

El encino de asta, encino blanco, encino cuero, tulán o roble, es como se conoce comunente a *Quercus rugosa*, es un árbol perennifolio o caducifolio, de 10 a 20 m de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 30 a 50 cm. Copa amplia y redondeada que proporciona una sombra densa, las hojas son ovada a elíptico-obovada o casi suborbicular, de 8 a 20 cm de largo, por 3 a 8 cm de ancho, al madurar suavemente engrosadas y rígidas, notablemente cóncavas por el envés, muy rugosas; haz lustroso y glabro, envés de color ámbar o rojizo (CONABIO-CONAFOR, s/f).

86

Prospera en laderas de cerros, barrancas y cañadas húmedas, en terrenos planos y en lugares secos o muy húmedos. En el pedregal ocupa áreas que forman ligeras depresiones o porciones más o menos horizontales. Se desarrolla en climas templados fríos y semifríos con temperatura media anual de 12 a 13 °C y una precipitación de 1540 a 1619 mm (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Se le encuentra en suelos someros o profundos, en pocas ocasiones rocosos y pedregosos. Suelos rojizo-arenoso, blanco calizo, somero pardo y profundo, roca basáltica, migajón arenoso, rocas volcánicas, delgados, ácidos, secos o húmedos (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Está ampliamente distribuido en las regiones montañosas de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Veracruz a Chiapas, pero es particularmente abundante en el centro del país, donde forma extensos bosques. Se distribuye en un rango altitudinal entre los 1100 y a 2800 m.s.n.m. (CONABIO-CONAFOR, s/f).

Esta especie tiene diferentes usos como por ejemplo leña, carbón, forraje para ganado bovino, porcino y caprino, pilotes, durmientes, postes para cerca y ornamental en calles y avenidas. Es un árbol idóneo para las reforestaciones urbanas, ya que su lento crecimiento evita las interferencias con el cableado aéreo de las calles (CONABIO-CONAFOR, s/f).

***Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl.**

El *Quercus crassifolia* denominado como encino colorado, encino chicharrón, encino hojarasco, es un árbol de 8 a 20 m de altura y con diámetro a la altura de pecho de 25 a 50 cm. Su hoja es ovalada u obovada de 4 a 16 cm de largo por 3 a 10 cm de ancho, margen encorvado y aristado y con 6 a 9 dientes, pecíolo tomentoso de 10 a 30 mm, envés amarillo a castaño muy tomentoso. Su fruto es anual o bianual, solitario o en pares con bellota ovoide de 10 a 20 mm de largo por 7 a 13 mm de diámetro (Arizaga *et al.*, 2009).

Se halla en cañadas, en bosque de pino-encino húmedo entre 1900 a 2,00 m.s.n.m. y sobre suelos pedregosos. Se distribuye desde México hasta Centroamérica: en Chihuahua, Chiapas, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Veracruz (Arizaga *et al.*, 2009).

1.3.4. Integración y/o validación de requerimientos ambientales, susceptibilidad y vulnerabilidad de los hospederos, mediante datos de campo y entrevistas con especialistas de Estados Unidos, Chile y Argentina

A fin de realizar las visitas y los recorridos de campo en Estados Unidos, Chile y Argentina, se enviaron correos electrónicos a especialistas indicándoles el objetivo del proyecto y la intención de efectuar las visitas a sus países sin obtener respuesta de ninguno de los correos enviados. Ante tal situación se estableció comunicación con la Gerencia de Sanidad Forestal de la CONAFOR y la Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos de la SEMARNAT a fin de solicitar su apoyo para realizar las correspondientes solicitudes para las visitas a los países mencionados, acordándose con estas instancias que no sería tan relevante la visita a Argentina toda vez que las condiciones en que está presente la plaga de *Sirex noctilio* son muy similares a las de Chile y este último país cuenta con mayor desarrollo en el control de esta plaga, además de que cuenta con información del Gobierno Argentino sobre el tema derivado del Plan Binacional que desarrollan ambos países para el control de *Sirex noctilio*.

Bajo estas premisas actualmente se están desarrollando las acciones por parte de la Gerencia de Sanidad Forestal de la CONAFOR y la Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos de la SEMARNAT para solicitar de forma institucional la visita a Estados Unidos y Chile.

Complementariamente a lo presentado en este informe se ha avanzado en la generación de cartografía base y cartografía preliminar sobre áreas con potencial de riesgo para la

mayoría de los hospederos propuestos, misma que es presentada en el anexo 1 del presente informe.

2. Bibliografía

Aguilar M. A. & Lanfranco M. D. 1988. Aspectos biológicos y sintomatológicos de *Sirex Noctilio* Fabricius (Hymenoptera-Siricidae). Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile. *Bosque*. 9(2): 87-91.

Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). 2016. Asian Longhorned Beetle – About. USDA- Fecha de actualización: 15 de noviembre de 2016.

<https://www.aphis.usda.gov/aphis/resources/pests-diseases/asian-longhorned-beetle/About-ALB>.

Arizaga S., Martínez Cruz J., Salcedo-Cabrales M., Bello-González. M. A. 2009. Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 146 p.

Ayala M. & Solano E. 2011. Flora del Valle Tehuacán-Cuicatlán (Fascículo 87). Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 21 pp.

Borchert, D., Fowler, G., Jackson, L. 2007. Organism pest risk analysis: risks to the conterminous United States associated with the woodwasp, *Sirex noctilio* Fabricius, and the symbiotic fungus, *Amylostereum areolatum*, (Fries: Fries) Boidin. USDA-APHIS-PPQ-CPHST-PERAL. Rev.1.

Carnegie, J. A., Matsuki, M. Haugen A. D., Hurley P. B., Ahumada R., Klasmer P., Sun J. & Iede T. E. 2006. Predicting the potential distribution of *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae), a significant exotic pest of Pinus plantations. *Ann. For. Sci.* 63: 119–128.

Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI). 2016. *Anoplophora glabripennis* (Asian longhorned beetle). Fecha de actualización: 03 de agosto 2016.

<http://www.cabi.org/isc/datasheet/5557>

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). *Ulmus mexicana*.

Fecha de actualización: 21 de septiembre del 2016.

<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0008s/A0008s91.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Abies*

concolor. Fecha de actualización: 9 de noviembre del 2016.

<Http://www.bios.conabio.gob.mx/especies/6019308.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2016.

Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fecha de actualización: 03 de agosto 2016.

<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/pdf/Insectos.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) *Salix*

babylonica. Fecha de actualización: 9 de noviembre del 2016.

<http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/58316-Salix-babylonica>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) *Salix*

bonplandiana. Fecha de actualización: 9 de noviembre del 2016.

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/62-salic2m.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) *Platanus*

mexicana. Fecha de actualización: 9 de noviembre del 2016.

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/56-plata1m.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) *Populus*

alba. Fecha de actualización: 9 de noviembre del 2016.

<http://www.naturalista.mx/taxa/47570-Populus-alba>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) *Populus*

tremuloides. Fecha de actualización: 9 de noviembre del 2016.

<http://www.naturalista.mx/taxa/54840-Populus-tremuloides>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Pinus*

caribea var. *hondurensis*. Fecha de actualización: 9 de noviembre del 2016.

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/55-pinac2m.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Pinus caribea* var. *hondurensis*. Fecha de actualización: 9 de noviembre del 2016.

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/954Pinus%20caribaea.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009 *Melia azedarach*. Fecha de actualización: 9 de noviembre del 2016.

(www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/meliaceae/melia-azedarach/fichas/ficha.htm)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Fecha de actualización: 22 octubre de 2016.

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/982Pinus%20radiata.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Fecha de actualización: 22 octubre de 2016.

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/975Pinus%20patula.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Fecha de actualización: 22 octubre de 2016.

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/964Pinus%20jeffreyi.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Fecha de actualización: 22 octubre de 2016.

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/964Pinus%20ponderosa.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Fecha de actualización: 22 octubre de 2016.

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/964Pinus%20halepensis.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Fecha de actualización: 9 de noviembre de 2016

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/873Abies%20religiosa.pdf>

<http://www.naturalista.mx/taxa/136897-Abies-religiosa>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Fecha de actualización: 12 de noviembre de 2016.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/meliaceae/meliaazedarach/fichas/ficha.htm>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Fecha de actualización 12 noviembre de 2016.

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Fecha de actualización 12 noviembre de 2016.

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/995Quercus%20rugosa.pdf>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)-SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN FORESTAL (SNIF)-SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). Fecha de actualización: 9 de noviembre de 2016.

<file:///C:/Users/Diego/Downloads/SalixBonplandiana.pdf>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)-SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN FORESTAL (SNIF)-SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). Fecha de actualización: 1 de noviembre de 2016.

<http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/usos/fichas-snif>

Comité Regional de Sanidad Vegetal del Cono Sur (COSAVE). 2002. Estándar regional de protección fitosanitaria, medidas fitosanitarias, lineamientos para la vigilancia, vigilancia de *Sirex noctilio* Fabricius.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). Anexo técnico, Prevención y control de la plaga cuarentenaria *Sirex noctilio*. Norma de Manejo Aplicable A Plantaciones Forestales Afectadas por Plagas Cuarentenarias Reguladas por El Servicio Agrícola y Ganadero. Chile. Fecha de actualización: 22 de julio de 2016.

Http://www.conaf.cl/.../21_AnexoTecnico_PrevencionControl_Plaga_Sirex_noctilio.doc

Departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA). 2016. Fecha de actualización: 05 de agosto del 2016.

<http://pest.ceris.purdue.edu/map.php?code=ISBBADA#>

Diario Oficial de la Federación. Notas explicativas de la tarifa arancelaria. (D.O.F. 2 de julio 2007).

Eleazar Carranza G. 1995. Flora del Bajío y regiones adyacentes (Fascículo 37). Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán. Fecha de actualización: 29 octubre de 2016.

<http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/Flora%2037.pdf>

Especies forestales de uso tradicional en el Estado de Veracruz. *Ulmus mexicana*. Fecha de actualización 12 de noviembre de 2016.

<http://www.verarboles.com/Zempoalehuatl/zempoalehuatl.html>

European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). 2016. Erradication programme in Italy (April 2009). Fecha de actualización 15 de noviembre de 2016.

https://www.eppo.int/QUARANTINE/special_topics/anoplophora_glabripennis/ANOLGL_I_T.htm

Gilman, E. & Watson, D. 1993. *Acer grandidentatum*, Bigtooth Maple. Fecha de actualización: 7 de noviembre de 2016.

http://hort.ufl.edu/database/documents/pdf/tree_fact_sheets/acegraa.pdf

Global Invasive Species Database (GISD). 2016. *Anoplophora glabripennis*. Fecha de actualización: 29 de julio del 2016.

<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Anoplophora+glabripennis>

Goycoolea, C. P. 2015. *Sirex noctilio* en Chile: Monitoreo y Detección. Gerente de Consorcio protección fitosanitaria forestal, S.A. Fecha de actualización: 01 de junio de 2016.

http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/08/1-Sem -Manejo-de-la-Plaga-Sirex-noctilio-2015-05-25-C_Goycoolea.pdf

Hu, J., Angeli, S., Schuetz, S., Luo, Y. & Hajek, A. 2009. Ecology and management of exotic and endemic Asian longhorned beetle *Anoplophora glabripennis*. *Agricultural and Forest Entomology*. 11:359-375.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2011. *Sirex noctilio* Fabricius: un riesgo para las plantaciones forestales, sanidad agropecuaria e inocuidad en la producción primaria. 10 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Mapa de Estados Unidos Mexicanos. Climas. Fecha de actualización 15 de noviembre de 2016.

<http://cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/nacional/tematicos/climas.pdf>

Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS). 2016. Datos proporcionados por la Comisión Nacional Forestal. Agosto de 2016.

Lingafelter, S. W. & Hoebeke, E. R. 2002. *Revision of Anoplophora (Coleoptera: cerambycidae)*. Washington, D.C. Entomological Society of Washington. 236 p. ISBN: 0-9720714-1-5.

López, A., Demaestri, M., Zupán, E., Ibañez, M., García, J & C. Crenna. 2012. " *Ibalia leucospoides* parasitoide de *Sirex noctilio* en Córdoba, Argentina". *Revista de Ciencias Forestales Quebracho* Vol.20 (1,2): 68-77.

Martínez González R. E., González Villarreal L. M. 2002. La Familia *Salicaceae* (*Populus*), en el estado de Jalisco, México. Instituto de Botánica, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

Niembro R. A. 1990. Árboles y arbustos útiles de México. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Editorial Limusa. 206 p.

Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias NIMF n.º 15. Directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional (NIMF n.º 15, 2002).

Norma Oficial Mexicana NOM-016-SEMARNAT-2013. Importación de madera aserrada nueva (D.O.F. 4 marzo 2013).

Norma Oficial Mexicana NOM-144-SEMARNAT-2004. Medidas fitosanitarias reconocidas internacionalmente para el embalaje de madera, que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías (D.O.F. 18 enero 2005).

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. (D.O.F. 30 diciembre 2010).

Parker, L. B., Skinner M., Dodds, K. & Bohne, M. 2012. Asian Longhorned Beetle and its Host Trees. Vermont University and USDA-FS Northeastern Area. 64 p.

Rojas, P. E. & Gallardo, V. R. 2005. Análisis e identificación de daños, estados inmaduros, adultos y enemigos naturales de *Sirex noctilio* Fabricius (Hymenoptera: Siricidae). Servicio Agrícola y Ganadero. Chile. 23 pp.

SAGARPA-SENASICA. 2011. Potencial de introducción y establecimiento escarabajo asiático de los cuernos *Anoplophora chinensis*. Fecha de actualización: 03 de agosto del 2016.

<http://studylib.es/doc/915556/potencial-de-introducci%C3%B3n-y-establecimiento>

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2003. Alerta Fitosanitaria: Escarabajo asiático de cuernos largos. *Anoplophora glabripennis* – Coleoptera.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2005. Informativo Fitosanitario Forestal. No. 1. *Sirex noctilio* Frabricius (Hym., Siricidae) “Avispa taladradora de los pinos” situación en Chile. Fecha de actualización: 14 de julio del 2016.

http://www.sag.cl/sites/default/files/informativo_1.pdf

Sistema de información comercial vía internet (SIAVI4)-SECRETARIA DE ECONOMÍA. 2016. Fecha de actualización: 10 de julio de 2016.

<http://www.economia-snci.gob.mx/siavi4/partida.php>

Slippers, B., De Groot, P. & Wingfield, M. J. 2012. The Sirex Woodwasp and its Fungal Symbiont: Research and Management of a Worldwide Invasive Pest. Springer Science & Business Media, 301 p.

Sjöman, H., Östberg, J. & Nilsson, J. 2014. Review of Host Trees for the Wood-Boring Pests *Anoplophora glabripennis* and *Anoplophora chinensis*: An Urban Forest Perspective.

Takahashi, N., and M. Ito. 2005. Detection and eradication of the Asian longhorned beetle in Yokohama, Japan. Res. Bull. Plant Protection Serv. 41: 83-85.

Tomiczek C., Krehan H. & P. Menschhorn. 2002. Dangerous Asiatic longicorn beetle found in Austria new danger for our trees? Allg. Forst Z. Waldwirtschaft Umweltvorsorge 57: 52–54.

USDA, Forest Service, Northern Research Station and Forest Health Protection. “Alien Forest Pest Explorer - species map.” Database last updated 28 July 2016. Fecha de actualización: 15 de noviembre de 2016.

<http://foresthealth.fs.usda.gov/portal/Flex/APE>

USDA, Forest Service. 2015. Asian Longhorned Beetle Eradication Program. Final Programmatic Environmental Impact Statement. 102p.

Villacide, J. & Corley, J. 2007. Manejo integrado de la avispa barrenadora de los pinos *Sirex noctilio*. Cuadernillo número 1, serie técnica manejo integrado de plagas forestales. Laboratorio de Ecología de Insectos EEA INTA Bariloche.