

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México.

Reporte con la revisión de tres especies *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* con potencial invasor en México

Norma Alejandra Elizalde Jiménez

Agosto 2019



Adulto: *Lymantria dispar asiatica* Fuente: Fotografía tomada por Diego Delso, Licencia CC-BY-SA, 2012

"Las opiniones, análisis y recomendaciones de política incluidas en este informe no reflejan necesariamente el punto de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como tampoco de su junta ejecutiva ni de sus estados miembros."



Al servicio
de las personas
y las naciones

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Reporte con la revisión de tres especies *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* con potencial invasor en México.

Objetivo: Fortalecer el conocimiento acerca del potencial invasor en México de las especies objeto de esta consultoría para apoyar la toma de decisiones respecto a la implementación de las acciones preventivas, control y manejo.

Autor: Norma Alejandra Elizalde Jiménez¹

¹Consultor Independiente. Consultoría Fitosanitaria en Importación y Exportación (CONFIIE).

Modo de citar: PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019. Reporte con la revisión de tres especies *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* con potencial invasor en México. Proyecto 089333999 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional sobre EEI". Elizalde Jiménez, N.A. Consultor independiente. Ciudad de México. 51pp.

Área objeto del informe: tres subespecies de Limantriidae: *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* con potencial invasor en México.

Fecha de inicio: 5 de abril

Fecha de terminación: 15 de agosto

Resumen:

La globalización y el aumento del comercio internacional han conducido inadvertidamente a mayores tasas de llegada de insectos forestales no nativos en países de todo el mundo. Los insectos forestales pueden ser transportados a nuevos países a través de varias vías (Meurisse *et al.*, 2018). La gran mayoría del comercio internacional se realiza por buques (IMO, 2012). Desde 1980, el volumen del comercio mundial de carga marítima se ha triplicado hasta alcanzar los 10 mil millones de toneladas en 2015 (UNCTAD, 2016). En esta revisión se analizan tres especies *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* con potencial invasor en México. Estas subespecies plantean amenazas inminentes de ser introducidos a México por su potencial de transporte transoceánico y probabilidad de establecimiento en México basado en su hábito polífago. En el presente documento se reúne la información sobre la biología, historia de introducción, rutas de introducción, impactos, potencial de establecimiento y colonización de las subespecies de *Lymantria* antes mencionadas.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Vínculo con la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras:

El presente reporte contribuye en lo general al cumplimiento del primer objetivo estratégico, planteado en la estrategia nacional sobre especies invasoras en México, referente a prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras. En lo particular atiende al OE1.4. mecanismos y protocolos estandarizados de prevención en operación, para reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras, en el cual se contempla como una acción prioritaria la implementación de herramientas de análisis de riesgo en actividades relacionadas con importación, uso, comercio, o movimiento de especies en este caso exóticas, invasoras y la realización de análisis de riesgo para especies invasoras nocivas. Asimismo, se vincula directamente con la acción estratégica transversal 5, orientada a generar conocimiento para la toma de decisiones de las autoridades correspondientes, por lo que en este documento se incluye información detallada sustentada técnica y científicamente para este propósito (CANEI, 2010).

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

Contenido

1	Ámbito del AR (campo de aplicación del análisis de riesgo).....	7
2	Introducción	9
2.1	Taxonomía /especies	9
2.2	Descripción general	9
2.3	Biología e historia natural	13
2.4	Comportamiento colonial/conducta	17
2.5	Estatus	17
2.5.1	Reporte como especie invasora en México	17
2.5.2	Reporte como especie invasora en otros países.....	17
3	Distribución / Origen	19
3.1.1	Rutas de introducción.....	20
4	Potencial de establecimiento y colonización	22
4.1	Potencial de colonización	22
4.1.1	Potencial de dispersión	22
4.1.2	Factores que favorecen su establecimiento y dispersión	23
4.1.3	Historia de introducción en México / Compatibilidad Climatológica	25
5	Evidencias de impactos	31
5.1	Impactos a la salud humana	31
5.2	Impactos ambientales y a la biodiversidad	31
5.3	Impactos a actividades productivas	31
5.4	Impactos económicos	32
6	Control y mitigación	32
6.1	Tipo de estrategias	32
6.1.1	Control químico	32
6.1.2	Control semiquímico: Disrupción del apareamiento	33
6.1.3	Prácticas manuales	33
6.1.4	Prácticas culturales	33
6.1.5	Control biológico.....	34
7	Normatividad.....	35
7.1	Regulación internacional	35
7.2	Regulación internacional	35
7.3	Regulación Nacional	38
8	Referencia Bibliográfica.....	42

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

Índice de Figuras

Figura 1. Masa de huevecillos: <i>Lymantria dispar</i> . Milan Zubrik, Forest Research Institute - Slovakia, Bugwood.org	9
Figura 2. Izquierda. Larvas de <i>Lymantria dispar</i> de primer instar emergiendo de una masa de huevecillos: USDA Forest Service, USDA Forest Service, Bugwood.org. Derecha. Larva de <i>Lymantria dispar</i> : John H. Ghent, John H. Ghent, Bugwood.org	10
Figura 3. Pupa de <i>Lymantria dispar</i> : Pennsylvania Department of Conservation and Natural Resources - Forestry , Bugwood.org.....	10
Figura 4. Distribución de <i>Lymantria dispar</i> (PNUD México, 2019).....	20
Figura 7. Resultados 2016 del Programa de Vigilancia Fitosanitaria (CONAFOR-SENASICA, 2019).....	26
Figura 8. Resultados 2017 del Programa de Vigilancia Fitosanitaria (CONAFOR-SENASICA, 2019).....	26
Figura 9. Resultados 2018 del Programa de Vigilancia Fitosanitaria (CONAFOR-SENASICA, 2019).....	26
Figura 10. Resultados 2019 (a mayo) del Programa de Vigilancia Fitosanitaria (CONAFOR-SENASICA, 2019).....	27
Figura 11. Número de sitios explorados por estado (CONAFOR-SENASICA, 2019).	28
Figura 12. Sitios explorados, y donde no se ha encontrado la presencia de <i>Lymantria dispar</i> (CONAFOR-SENASICA, 2019).	29
Figura 13. Mapa de riesgo cualitativo para <i>Lymantria dispar</i> identificando zonas con distinto grado de vulnerabilidad en México. Donde 0 = Nulo, 1 = Muy Bajo, 2 = Bajo, 3 = Medio, 4 = Alto, 5 = Muy Alto. PNUD México, 2019.	30

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Indice de tablas

Tabla 1 Nombre científico y común en español e inglés a nivel de especie y 3 subespecie.s	9
Tabla 2. Características de dimorfismo sexual para las subespecies de <i>Lymantria dispar</i> ..	11
Tabla 3. Características de la genitalia de <i>Lymantria dispar</i>	13
Tabla 4. Observaciones realizadas a trampas, de 2016 a mayo de 2019 (CONAFOR-SENASICA 2019).....	27

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

Lymantria dispar Linnaeus

1 **Ámbito del AR (campo de aplicación del análisis de riesgo)**

Lymantria dispar llamada comúnmente a nivel de especie palomilla gitana, corresponde a una de las plagas forestales invasoras más destructivas de Norteamérica y cuenta con un alto potencial invasivo hacia zonas geográficas con hospedantes adecuados (Lovett *et al.*, 2016; USDA-FS, 2017;). Esta palomilla es una especie importante porque las larvas son polífagas se reporta un rango de hospedantes de 300 a 500 especies de árboles, arbustos, frutales y ornamentales, lo que representa un peligro para distintos hábitats como bosques, zonas agrícolas e incluso zonas urbanas de Norteamérica (CABI, 2019; EPPO, 2019). Las larvas defolian los árboles, lo que los hace vulnerables a enfermedades y otras plagas que pueden causar su muerte (USDA-APHIS, 2019a).

La especie *Lymantria dispar* ha naturalizado distintos sitios donde ha sido introducida. Con base a la distribución geográfica de los sitios donde han desarrollado poblaciones se ha observado que las características ecológicas de las subespecies son similares, por lo que se considera que tendrían potencial para colonizar casi todas las zonas templadas excepto zonas montañosas y desiertos (Peterson *et al.*, 2008). Se considera que la introducción a nuevas áreas, se puede dar a través del transporte de masas de huevecillos viables, adheridas en las cubiertas de los barcos y contenedores que participan en el comercio internacional de mercancías (MAF, 2008; Paini *et al.*, 2018; SENASICA, 2019a).

En forma particular a nivel de subespecies, *Lymantria dispar dispar*, es nativa de Europa, se ha dispersado hacia el norte de África (Marruecos y Argelia) y la región oeste de Asia. Esta especie fue introducida en Norte América hace 130 años y se considera como uno de los insectos invasores más importantes en el noroeste de Estados Unidos (Lovett *et al.*, 2016; Goldstein *et al.*, 2018). Así mismo, se considera como una especie invasora presente en el este de Canadá, donde mediante modelos de predicción se estimó que la proporción de bosques caducifolios canadienses que están en riesgo de ser dañados pasará del 15 % a más del 75 % para 2050 (Régniere, 2009).

En el caso de *Lymantria dispar asiatica*, es de origen euroasiático. Se extiende desde Portugal hasta Japón y desde Finlandia hasta el norte de África (EPPO, 2019). La dispersión a larga distancia de *Lymantria dispar asiatica*, de las áreas donde está presente corresponden al extremo oriental de Asia, tales como Rusia, Taiwán, China, Corea del sur, Corea del Norte y Japón. Esta subespecie ha sido accidentalmente introducida en varios estados de Estados Unidos, entre ellos Carolina del Norte en

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

1993, Washington 1997, Oregón en 2000, Idaho en 2004 y Texas 2006. De acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos se han registrado 20 incursiones desde 1991, todas estas han sido erradicadas antes de su naturalización (Molet, 2012a). En Canadá, los principales brotes de *Lymantria dispar asiatica*, a principios de la década de 1990 en Columbia Británica dieron como resultado programas de erradicación (CFIA, 2015). La incursión de *L. dispar asiatica* en Norteamérica, se ha asociado al arribo de barcos procedentes del este de Rusia. En 1990 y 1991, el número de adultos alrededor de los puertos de Vladivostok, Nakhodka y Vostochny en Rusia, fue muy alta y las embarcaciones procedentes de estos puertos se encontraron altamente contaminadas con masas de huevecillos (MAF, 2008).

En lo que respecta a *Lymantria dispar japonica*, se encuentra distribuida en las cuatro principales islas en Japón (Arimoto & Iwaizumi, 2014; Sasaki *et al.*, 2016). Las larvas de *L. d. japonica* son altamente polífagas y se considera una plaga que causa importantes pérdidas ecológicas y económicas en los bosques (Sasaki *et al.*, 2016).

En el presente trabajo se realizó una revisión de información técnico científico para la especie *Lymantria dispar*, y las subespecies *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* con la intención de realizar un análisis de riesgo de ámbito nacional debido a la amenaza que puede representar por las defoliaciones sostenidas y constantes causando daños significativos a una amplia extensión de superficies de masas agrícolas, forestales y ornamentales en México.

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

2 Introducción

2.1 Taxonomía /especies

Clase Insecta **Orden** Lepidoptera **Familia** Erebidae **Subfamilia** Limantriinae **Género** *Lymantria* **especie** *Lymantria dispar* (Walker, 2005; GISD, 2015; EPPO, 2019).

[Historia taxonómica](#)

Tabla 1 Nombre científico y común en español e inglés a nivel de especie y 3 subespecies.

Nombre científico	Nombre común en español	Nombre común en inglés
<i>Lymantria dispar</i> Linnaeus	palomilla gitana lagarta peluda de los encinares	gypsy moth
<i>L. dispar dispar</i>	palomilla gitana europea (PGE)	european gypsy moth (EGM)
<i>L. dispar asiatica</i> Vnukovskij	palomilla gitana asiática (PGA)	asian gypsy moth (AGM)
<i>L. dispar japonica</i> Motschulsky	palomilla gitana japonesa (PGJ)	japanese gypsy moth (JGM)

2.2 Descripción general

Huevecillos: Los huevecillos son de color gris, son depositados sobre los troncos de árboles en masas de 100–1000 huevecillos. Las masas de huevecillos son ovoides, miden entre 4–5 cm de longitud y 2–3 cm de ancho, con aspecto aterciopelado y color anaranjado - amarillo bronceado” (Molet, 2012a; Molet, 2012b; CABI, 2019; SENASICA, 2019a). Se encuentran aglutinados con una sustancia que segrega la hembra y están cubiertos de cerdas pardas del abdomen de la hembra (Wallner, 2000; Pogue & Schaefer, 2007). Figura. 1.



Figura 1. Masa de huevecillos: *Lymantria dispar*. Milan Zubrik, Forest Research Institute - Slovakia, Bugwood.org

Larvas: Las hembras pasan por seis estadios larvales, mientras que los machos por cinco. Las larvas del primer estadio larval miden entre 3 mm de longitud y son de color bronceado al emerger, pero después de 24 horas se torna negro, presentan cerdas largas. Las del segundo instar miden 5 mm de longitud y son de color café con cerdas cortas. Las del tercer instar miden 7 mm de longitud y son de color negro con cerdas largas. Únicamente el primer y segundo instar son dispersados por el viento (GISD, 2015; SENASICA, 2019). Las del cuarto al sexto estadio, son de color

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

gris oscuro, presentan setas amarillas y largas, sin embargo, la principal característica del último estadio es que presenta una fila doble de protuberancias con cinco pares de color azul y seis de color rojo (CABI, 2019; SENASICA, 2019).



Figura 2. Izquierda. Larvas de *Lymantria dispar* de primer instar emergiendo de una masa de huevecillos: USDA Forest Service, USDA Forest Service, Bugwood.org. Derecha. Larva de *Lymantria dispar*: John H. Ghent, John H. Ghent, Bugwood.org

Pupa: De color café rojizo, presenta setas amarillas y posee un hilo sedoso en el extremo del abdomen, el cual le ayuda, a sujetarse del árbol, grietas o lugares protegidos, asimismo para abandonar la exuvia al momento de la emergencia. La pupa de la hembra mide 3 cm y la terminación del abdomen es ovalada, mientras que la del macho mide solo 1.5 cm y tienen la terminación del abdomen casi puntiaguda. Los machos emergen 1-2 días antes que las hembras (Molet, 2012a; GISD, 2015; CABI, 2019; SENASICA, 2019a). Únicamente para *Lymantria dispar dispar*, las larvas hacen la transición para convertirse en hembras aladas, que no pueden volar (Cibrian *et al.*, 2009; ISC, 2015).



Figura 3. Pupa de *Lymantria dispar* : Pennsylvania Department of Conservation and Natural Resources - Forestry , Bugwood.org

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

Adulto: *Lymantria dispar* presenta dimorfismo sexual. En la tabla 2. se contrastan las características de envergadura alar, capacidad de vuelo, patrón de color y tipo de antenas de machos y hembras de las subespecies de *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica*, que es básicamente donde se concentran las diferencias morfológicas; se muestran imágenes tanto del macho como de la hembra de dichas subespecies.

Tabla 2. Características de dimorfismo sexual para las subespecies de *Lymantria dispar*.

Subespecie	Envergadura alar	Capacidad de vuelo	Color	Antenas	Referencia
Adulto macho <i>Lymantria dispar dispar</i> . S. Pietro della Lenca, Assergi (L Aquila), Italia julio 4, 2018 Fotógrafo Paolo Mazzei. 	37 mm	SI	Marrón con un patrón más oscuro en sus alas.	Filiformes	Walker, 2005; Cibrian <i>et al.</i> , 2009; ISC, 2015; USDA – APHIS, 2019.
Adulto macho <i>Lymantria dispar asiatica</i> . . John H. Ghent, John H. Ghent, Bugwood.org. 	14 a 22 mm	SI	Café grisáceo.	Bipectinadas	Molet, 2012a; GISD, 2015; EPPO, 2019; SENASICA, 2019a.
Adulto macho <i>Lymantria dispar japonica</i> . DAFF Archive, Bugwood.org 	25–32 mm	SI	El color de fondo es marrón en la población de Nagoya o crema en las poblaciones de Hokkaido.	Bipectinada	Pogue & Schaefer, 2007, Arimoto & Iwaizumi, 2014.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

	Envergadura alar	Capacidad de vuelo	Color	Antenas	Referencia
<p>Adulto hembra <i>Lymantria dispar asiatica</i>. John H. Ghent, John H. Ghent, Bugwood.org.</p>  <p style="text-align: right; font-size: small;">UGA1241013</p>	20 a 30 mm	SI	Son casi blancas-beige, con patrones oscuros de dientes de sierra en sus alas anteriores. El abdomen está cubierto por un gran número de cerdas como pelillos muy finos los cuales son utilizados para proteger la ovipostura.	Filiformes	Pogue & Schaefer, 2007, Walker, 2005; Cibrian et al., 2009; ISC, 2015; USDA – APHIS, 2019.
<p>Adulto hembra <i>Lymantria dispar dispar</i> Vivaro (Roma) Italia, julio 26, 2009. Fotografó Paolo Mazzei.</p> 	40 – 70 mm	NO	Color blanco, con algunas manchas negras, ubicadas transversalmente en forma de zig-zag. Las alas de la hembra en reposo mantienen una forma de "V" invertida y presentan puntos negros en el margen apical. El abdomen está cubierto por un gran número de cerdas como pelillos muy finos los cuales son utilizados para proteger la ovipostura.	Dentadas	Molet, 2012a; GISD, 2015; EPPO, 2019; SENASICA, 2019a.
<p>Adulto hembra <i>Lymantria dispar japonica</i>. DAFF Archive , Bugwood.org</p> 	34–41 mm	SI	El color de fondo de la cara anterior es marrón-blanco. La mancha orbicular es pequeña, presente en el centro de la célula discal. La mancha	Bipectinada	Pogue & Schaefer, 2007; Molet 2012b; Arimoto & Iwaizumi, 2014.

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

			reniforme tiene forma de V a lo largo de las venas al final de la célula discal . El abdomen está cubierto por un gran número de cerdas como pelillos muy finos los cuales son utilizados para proteger la ovipostura.		
--	--	--	--	--	--

En cuanto a las características de la genitalia en adultos, se presentan en la Tabla 3, de acuerdo a Pogue & Schaefer (2007), no hay diferencias sustantivas a nivel de subespecie.

Tabla 3. Características de la genitalia de *Lymantria dispar*

Especie	Genitalia Macho	Genitalia hembra
<i>Lymantria dispar</i>	“Procesos laterales ausentes del tegumento; uncus alargado, estrecho, ápice redondo; válvula no dividida, no fusionada ventralmente; proceso dorsal contiguo al margen costal de la válvula, recto, ápice estrechamente redondeado; yuxta una placa cuadrada con margen dorsal cóncavo a ligeramente convexo, margen ventral con amplia excavación; ápice del sacculus ampliamente redondeado; saco variable, en forma de V a estrecho en forma de U; aedeagus 0.70–0.84 x altura de la cápsula genital, recta, ligeramente curvada, proximal a la abertura del conducto eyaculatorio; vesica y ovada, lóbulo dorsalmente producido; Cornuti ausente (Pogue & Schaefer, 2007; Molet, 2012a).	“Ovipositor no telescópico; papilas anales cuadradas, margen dorsal truncado; apófisis anterior y posterior cortas; placa ventral de ostium bursae con proceso esclerotizado en forma de correa que se fusiona para formar una abertura circular; ductus bursae más corto que en o [sic] L. d. rosalia japonés; corpus bursae oval” (Pogue & Schaefer, 2007; USDA – APHIS, 2015).

2.3 Biología e historia natural

Se reporta que básicamente la biología y la ecología de la subespecie europea *Lymantria dispar dispar* y las subespecies asiáticas *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* son similares.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Las principales diferencias son: (i) las palomillas de las hembras asiáticas vuelan (> 20 km) mientras que la palomilla europea no vuela; y (ii) la subespecie asiática tiene preferencias en hospedantes ligeramente diferentes a la subespecie europea (Molet, 2012a; GISD, 2015).

El ciclo de vida de *Lymantria dispar* consiste primordialmente de cuatro etapas de desarrollo, huevecillo, larva, pupa y adulto; y presentan un ciclo univoltino, es decir tiene una sola generación al año (Molet, 2012a, Molet, 2012b, GISD, 2015).

Lymantria dispar dispar

Las hembras ovipositan en masas las cuales son fuertemente adheridas a la corteza de troncos y ramas de sus hospedantes, sin embargo, cualquier sitio resguardado de lluvias, nevadas, insolación y otros fenómenos meteorológicos funcionará adecuadamente como sitio de oviposición; se ha observado que las hembras pueden ovipositar en la superficie de llantas de automóviles, en las cercas de jardines, en cajuelas o cofres de vehículos, botes de basura, muebles y juguetes para niños y en otras superficies que asemejen sitios adecuados para la oviposición (Duvall, 2006; Cibrian *et al.*, 2009; ISC, 2015). La hembra adulta deposita entre 500 a 1000 huevecillos, estos están cubiertos con cerdas amarillas del abdomen de la hembra. Las masas de huevecillos miden aproximadamente 1 ½ pulgada de largo y ¾ de pulgada de ancho. Los huevecillos eclosionan en la primavera en el mes de abril (ISC, 2015).

Antes de comenzar con su alimentación, la larva se dispersa a lo largo de importantes superficies boscosas mediante un comportamiento conocido como "ballooning", es decir, larvas recién eclosionadas se cuelgan de las ramas de sus hospedantes a través de hilos de seda producidos por ellas mismas, durante este momento de su desarrollo, las larvas son aún muy ligeras, por lo cual al encontrar una ráfaga de viento, este rompe el hilo del cual pende la larva, transportándola, en la mayoría de los casos, aproximadamente 100 metros de distancia; este comportamiento puede ser repetido varias veces por una misma larva hasta encontrar un hospedante adecuado para iniciar su alimentación (Duvall, 2006), existen registros donde las larvas fueron transportadas en promedio una distancia de 5 km por año, pero se han registrado hasta 50 km de dispersión (Sharov, 1997; Cibrian *et al.*, 2009; GISD, 2015).

Las larvas trepan a los árboles para alimentarse del follaje de la corona por un periodo de aproximadamente seis a ocho semanas. La mayor parte de la alimentación se produce durante la noche. La etapa larvaria en los machos presenta 5 instares y en la hembra 6, y tiene una duración aproximada de 40 días. Los últimos instares son los más voraces en un amplio rango de vegetación. Al final de esta etapa, las larvas buscan un refugio seguro para pupar. Las pupas son inmóviles, el

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

periodo de pupación dura aproximadamente dos a tres semanas y posteriormente los adultos emergen (Duvall, 2006).

Los adultos machos tienen una buena capacidad de vuelo, mientras que las hembras carecen de capacidad de vuelo. Los adultos no pueden alimentarse debido a la falta de una pieza bucal, lo que les deja solo unas dos semanas para aparearse y producir huevecillos antes de morir. Después de la diapausa, los huevecillos eclosionan y el ciclo comienza de nuevo (ISC, 2015).

Lymantria dispar asiatica

Los huevecillos son depositados de julio a septiembre, dependiendo del clima y la localidad. La oviposición puede ocurrir en lugares que se encuentran cerca de áreas iluminadas, debido a su marcado fototropismo y depositados a varios kilómetros del sitio de pupación de la hembra, debido a su alta capacidad de vuelo. Entre las áreas donde la hembra deposita las masas de huevecillos se encuentran paredes, troncos o ramas de los árboles o cualquier superficie que encuentre la hembra, como, por ejemplo: rocas, vehículos, contenedores y cubierta de los barcos, incluso se ha interceptado masas de huevecillos viables, bajo capas de pintura en la cubierta de navíos. Ahí los huevecillos permanecen en diapausa durante el invierno y se pueden mantener viables por más de 24 meses (Molet, 2012a; GISD, 2015; SAG, 2015; CABI, 2019; SENASICA, 2019).

Los huevecillos en algunos lugares como Rusia, pueden caer al suelo adheridos a las hojas y ser cubiertos por la nieve durante el invierno, protegiéndolos del frío extremo, lo que le permite sobrevivir por varios años (GISD, 2015).

Las larvas eclosionan durante la primavera del año siguiente, durante abril y principios de mayo, coincidiendo con el ciclo de florecimiento de las especies forestales en las que se establecen (Junta de Andalucía, S/A). Las larvas presentan de 5 a 6 estadios, en los cuales aumentan de tamaño (McManus *et al.*, 1989).

Las larvas del primer instar no se alimentan después de eclosionar y pueden ser dispersadas por el viento a través del ballooning. Las larvas de los siguientes instares, se alimentan del follaje y permanecen en el hospedante durante todo el día. Tanto machos, como hembras presentan entre 6 y 7 instares larvarios. (GISD, 2015).

A mediados de junio y principios de julio, las larvas alcanzan su madurez. La etapa pupal ocurre a finales de junio o a mediados de julio. Las pupas se pueden observar adheridas a la superficie de la corteza de los árboles, rocas, edificios u otros lugares similares (Hoover, 2000).

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Los adultos emergen en un periodo de 10 a 14 días, durante el verano de julio a agosto. Los machos, siendo activos voladores de hábito crepuscular, son atraídos por la feromona sexual emitida por las hembras, apareándose inmediatamente. Los machos, pueden volar durante 2 o 3 horas, en un rango de temperatura entre 11 a 12 °C (Keena *et al.*, 2001), mientras las hembras también siendo activas voladoras, incluso cuando están grávidas, pueden desplazarse a distancias de hasta 40 km. En Siberia, el vuelo se ha observado en un rango de 11 a 13 °C (Charlton *et al.*, 1999). Los adultos no se alimentan, únicamente se aparean y la hembra oviposita. Ambos únicamente viven por tres semanas (Molet, 2012a).

En cuanto a los requerimientos climáticos la palomilla asiática se encuentra en bosques naturales y artificiales templados. Algunos estudios señalan que logra su tasa de desarrollo larval óptima a los 29°C. Mientras que se señala una reducción significativa en la fecundidad y fertilidad de las hembras a 30°C. Lo anterior, sugiere que el desarrollo y sobrevivencia de la palomilla asiática, puede ser limitada por las temperaturas extremas (Limbu *et al.*, 2017). Aunque la densidad de la población está influenciada por varios factores, incluidos el suministro de alimentos, la selección y calidad del hospedante y la presencia de enemigos naturales (Drooz, 1985).

Lymantria dispar japonica

Las hembras frecuentemente colocan masas de huevecillos sobre troncos y ramas del abedul blanco (*Betula alba*) cuando está presente. En zonas urbanas las hembras ovipositan en postes telefónicos y edificios (Schaefer, 1988; Pogue & Schaefer, 2007; Hajek & Tobi, 2009).

La hibernación ocurre en la etapa de huevecillo el cual presenta un periodo de diapausa. En las regiones nevadas de Japón, cuando fueron colocados debajo de la superficie de la nieve, escaparon de la depredación aviar con mayor eficacia, lo que resulta determinante para la supervivencia de las larvas que eclosionan de dichos huevecillos (Higashiura, 1989).

Las larvas emergen en primavera y tienen una alta capacidad de dispersión y utilizan hilos de seda para dispersarse a nuevas áreas por acción del viento comportamiento conocido como ballooning; las larvas no suelen agregarse. La duración del desarrollo larvario y la cantidad de mudas larvarias pueden variar según el tipo de hospedante (Pogue & Schaefer, 2007). Esta subespecie se encuentra en bosques caducifolios de hoja caduca o en bosques mixtos de coníferas y caducas.

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

2.4 Comportamiento colonial/conducta

La masa de huevecillos entre 100 a 1000, ovipositada por la hembra le permite a la especie iniciar la población, los huevecillos pueden sobrevivir viables de nueve a 24 meses, es decir pasa la mayor parte del ciclo de vida en la fase de huevecillo (Molet, 2012a; SAG, 2015); éstos son tolerantes a temperaturas y humedad extremas. Las poblaciones de larvas de *Lymantria dispar dispar* y *Lymantria dispar asiatica* presentan hábitos gregarios (Molet, 2012a). Mientras que las larvas de *Lymantria dispar japonica* suelen no ser gregarias (Molet, 2012b).

Una marcada distinción a nivel de conducta se presenta en las hembras adultas de *Lymantria dispar asiatica* y *L. d. japonica*, ya que tienen capacidad de vuelo, incluso cuando están grávidas, lo que les permite recorrer hasta 40 kilómetros buscando un sitio de resguardo para realizar la oviposición. En cuanto a su rango de hospedantes es alrededor de 500 especies, distribuidas en bosques y zonas urbanas (USDA – APHIS, 2019b). Las hembras adultas de *Lymantria dispar dispar* tiene una capacidad de vuelo muy limitada, y su rango de hospedantes es de 300 especies.

2.5 Estatus

2.5.1 Reporte como especie invasora en México

Actualmente *Lymantria dispar* a nivel de especie se reporta ausente de México. Así como las tres subespecies objeto de la revisión, *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica*. Actualmente se mantiene bajo un programa de vigilancia epidemiológica fitosanitaria su monitoreo en 11 estados del país abarcando áreas agrícolas, silvestres, marginales y urbanas, identificadas como zonas de riesgo para la introducción, establecimiento, o en su caso, dispersión, de acuerdo al del Plan de Acción para Vigilancia y Aplicación de Medidas de Control Contra la Palomilla Gitana *Lymantria dispar* en México (SENASICA, 2016).

2.5.2 Reporte como especie invasora en otros países

Lymantria dispar dispar

Fue introducida en forma intencional a los Estados Unidos con el propósito de experimentar en la producción de seda (SAG, 2015). El primer reporte en los Estados Unidos fue en Massachusetts en 1869, cuando la plaga se escapó de las condiciones de confinamiento en las que se encontraba, logrando establecerse en la vegetación (Liebhold *et al.*, 1989). A partir de entonces se ha expandido de forma lenta pero gradual; el rango de dispersión se ha extendido drásticamente, incluyendo todo el noreste de Estados Unidos (Connecticut, Delaware, el Distrito de Columbia, Illinois, Indiana, Maine, Maryland, Massachusetts, Michigan, Minnesota, New Hampshire, Nueva Jersey, Nueva York, Carolina del Norte, Ohio, Pennsylvania, Rhode Island,

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

Vermont, Virginia , Virginia Occidental y Wisconsin) (USDA – APHIS, 2019a) y este de Canadá (Ontario, Quebec, New Brunswick, Isla del Príncipe Eduardo, Newfoundland, y Nueva Escocia) (ISC, 2015; CABI, 2019; EPPO, 2019).

Lymantria dispar asiatica

Ha sido accidentalmente introducida en varios estados de Estados Unidos, entre ellos Washington 1997, Carolina del Norte en 1993, Oregón en 2000, Idaho en 2004 y Texas 2006. También ha sido encontrada en Vancouver, Columbia Británica en Canadá. De acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos se han registrado 20 incursiones entre 1991 y 2014. Las detecciones más recientes ocurrieron en 2015, cuando se detectaron adultos machos en las trampas de monitoreo, en el estado de Washington se detectaron 10 adultos, en Oregón 2, en Georgia 1 y en Carolina del Sur 1. En estos estados se mantiene la vigilancia y acciones de supresión (Molet, 2012a; USDA-APHIS, 2016). Las introducciones no han sido exitosas, ya que todas éstas han sido erradicadas antes de su naturalización. Los programas de erradicación involucran múltiples aspersiones aéreas de plaguicidas biorracionales, a menudo sobre áreas residenciales y a un alto costo. Además de las aspersiones, se realiza vigilancia intensiva usando trampas con feromonas para delimitar a la población y confirmar la erradicación (USDA-FS, 2017).

Lymantria dispar japonica

En lo que respecta a *L. d. japonica*, ha naturalizado distintos hábitats, en las cuatro principales islas en Japón (Arimoto & Iwaizumi, 2014; Chen *et al.*, 2015; Sasaki *et al.*, 2016).

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

3 Distribución / Origen

Lymantria dispar dispar

La palomilla europea (*Lymantria dispar dispar*) es nativa de Europa. La distribución geográfica natural de esta especie está limitada a todo el continente europeo, Norte de África (Marruecos y Argelia) y la región oeste de Asia.

Se reporta la siguiente distribución por continente: África: Argelia, Marruecos y Túnez. Asia: Afganistán, Armenia, Azerbaiyán, China (Hebei, Heilongjiang, Jiangsu, Juangxi, Jilin, Liaoning, Nei Menguu, Shandong, Tibet) India (Punjab Indio), Irán, Irak, Israel, Japón (Hokkaido, Honshu, Kyushu, Archipiélago Ryukyu), Kazajistán, Corea del Norte, Corea del Sur, Kirguistán, Líbano, Mongolia, Siria, Taiwán, Tayikistán, Turquía, Turkmenistán, Uzbekistán. América: Canadá (Nuevo Brunswick, Terranova y Labrador, Nueva Escocia, Ontario, Isla del Príncipe Eduardo, Quebec), Estados Unidos (Connecticut, Delaware, Illinois, Indiana, Iowa, Kentucky, Maine, Maryland, Massachusetts, Michigan, Nueva Hampshire, Nueva Jersey, Nueva York, Carolina del Norte, Ohio, Pennsylvania, Rhode Island, Vermont, Virginia, Virginia Occidental, Wisconsin). Europa: Austria, Bielorrusia, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Chipre, República Checa, Dinamarca, Francia (Córcega), Alemania, Grecia, Hungría, Italia (Sardonia, Sicilia), Lituania, Macedonia, Moldavia, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania, Federación Rusa (Siberia Oriental, Lejano Este Ruso, Siberia, Siberia Occidental), Serbia, Montenegro, Eslovaquia, Eslovenia, España (Islas Baleáricas), Suecia, Suiza, Ucrania, Reino Unido (Islas del Canal, Inglaterra, Gales) (CABI; 2019).

Lymantria dispar asiatica

L. dispar asiatica es de origen euroasiático. Los países donde está presente corresponden al extremo oriental de Asia, tales como Rusia, Taiwán, China, Corea del Sur, Corea del Norte y Japón (SENASICA, 2019a; CFIA-USDA, 2019).

Lymantria dispar japonica

Lymantria dispar japonica se encuentra distribuido en Japón en las cuatro islas principales; Honshu, Shikoku, Kyushu y partes del sur y oeste de Hokkaido (Arimoto & Iwaizumi, 2014; Sasaki *et al.*, 2016).

En el mapa de la Figura 4. Se representa la distribución de puntos de presencia de *Lymantria dispar* (puntos rojos indican áreas donde la especie es exótica invasora y puntos azules indican el rango nativo). Los mapas fueron desarrollados por PNUD México, 2019.

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

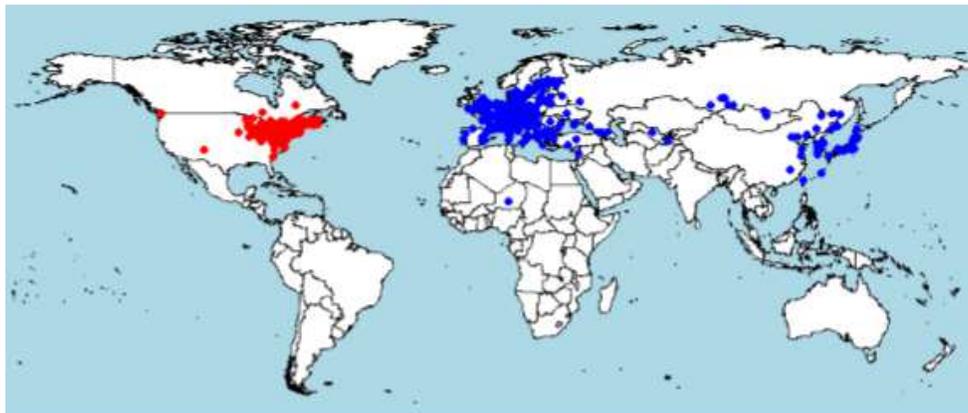


Figura 4. Distribución de *Lymantria dispar* (PNUD México, 2019).

3.1.1 Rutas de introducción

3.1.1.1 En forma local

La dispersión natural de *Lymantria dispar* asiatica y *L.d. japonica* puede ocurrir a través de los adultos voladores tanto machos como hembras. Existiendo solo la limitante para las hembras adultas de *Lymantria dispar dispar* que no tienen capacidad de vuelo. Así como por medio de las larvas de primer instar ayudadas por el viento (ballooning). Otra vía de introducción es a través de masas de huevecillos inadvertidamente movilizados por el hombre en carros, camiones, botes, plantas de vivero, árboles de navidad, troncos, madera para pasta de papel, astillas de madera, casas móviles y equipos asociados, mueble para exteriores, parrillas para asar carne al aire libre, leña, casas de perro, vehículos recreacionales, remolques, contenedores de basura, bicicletas, llantas, tiendas de campaña, toldos, herramientas de jardín y artículos del hogar almacenados en el exterior (COSAVE, 2000; Molet, 2012a; GISD, 2015; ISC, 2015, USDA – APHIS, 2019a).

3.1.1.2 En el mundo

A largas distancias, el mecanismo más frecuente de dispersión de especies invasoras, es el transporte antrópico (Heit *et al.*, 2014). La vía de introducción más probable de la especie a áreas donde no se encuentra presente, la constituye el transporte inadvertido de masas de huevecillos viables adheridos a las cubiertas de barcos y contenedores que participan en el comercio internacional (USDA-FS, 1991; Heit *et al.*, 2014; Paini *et al.*, 2018). La contaminación sucede, porque las hembras adultas son atraídas alrededor de las zonas cercanas a muelles como respuesta al estímulo de la luz (fototropismo) principalmente por la noche, debido a su hábito crepuscular y estando en estas zonas ovipositan en las embarcaciones, contenedores o en productos que están siendo cargados, como troncos, muebles,

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

tarimas entre otros. Este riesgo se incrementa en julio y septiembre cuando hay presencia de adultos (Pogue & Schaefer, 2007; Paini *et al.*, 2018).

Algunos productos que se han identificado como vías de dispersión son automóviles (usados), vehículos militares y aviones de vuelo corto, productos maderables tanto vivos como sin procesamiento (como es el caso de madera en rollo sin aserrar) entre éstos, plantas de vivero, árboles de navidad, troncos, madera para pasta de papel, astillas de madera, leña; así como diversos objetos expuestos al exterior en zonas con presencia de *Lymantria dispar* como casas móviles y equipos asociados, mueble para exteriores, parrillas para asar carne al aire libre, casas de perro, vehículos recreacionales, remolques, contenedores de basura, bicicletas, llantas, tiendas de campaña, toldos y herramientas de jardín (COSAVE, 2000; Molet, 2012a; GISD, 2015).

La introducción accidental a Estados Unidos y Canadá, se ha vinculado con la entrada de barcos procedentes de Asia infestados con *Lymantria dispar asiatica* (CFIA, 2015). En Nueva Zelanda durante 1995–1997, se reporton 22 intercepciones de masas de huevecillos de *Lymantria dispar asiatica*, en contenedores procedentes de Rusia, Hong Kong y Japón (Meurisse *et al.*, 2018). En Chile entre 2014 y 2015, se interceptaron en 7 ocasiones masas de huevecillos en naves que permanecieron en puertos con presencia de dicha subespecie. Las larvas pueden ser transportadas adheridas a objetos de viajeros y así ser dispersados a través del continente (GISD, 2015). En Chile, en 2 oportunidades se han detectado larvas recién emergidas, en puertos de la Región del Biobío (SAG, 2015).

A través de un análisis mundial sobre la amenaza de invasión de *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica*, se ha documentado que para Estados Unidos, más de la mitad de los embarques internacionales (aproximadamente 18,000 embarques) arriban a puertos con condiciones climáticas favorables para su establecimiento. Otros países que reciben un gran número de embarcaciones en puertos con condiciones apropiadas son Canadá y Brasil (Paini *et al.*, 2018). Lo que incrementa el riesgo de que la especie pueda eventualmente introducirse a través del intercambio comercial.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

4 Potencial de establecimiento y colonización

4.1 Potencial de colonización

Este insecto gradualmente ha colonizado más de 473,000 km² en los Estados Unidos (Mauffette & Lechowicz, 1984); por 120 años el rango de distribución de la *Lymantria dispar dispar* ha ido aumentando de manera constante, volviéndose una de las plagas más devastadoras en el noreste de los Estados Unidos y sureste de Canadá (USDA- FS, 2017).

4.1.1 Potencial de dispersión

Lymantria dispar, se puede dispersar a distancias significativas en dos de sus estadíos como adulto y como larva de primer instar.

En el caso de *Lymantria dispar dispar*, los machos adultos tienen capacidad de vuelo por lo que podría dispersarse en forma directa; mientras que las hembras no pueden volar, lo que ha retrasado la dispersión de la especie (Molet, 2012a; Bilodeau *et al.*, 2018; SENASICA, 2019).

Desde su introducción a los Estados Unidos, en densidades de población muy bajas, *Lymantria dispar dispar* se ha dispersado a tasas variables, se reporta que mediante una tasa de 3 a 29 km / año, se encontró aproximadamente a 1600, 900 y 700 km al oeste, sur y norte, respectivamente, de su sitio inicial de introducción. En el histórico de su dispersión, se reporta como la velocidad promedio de 11.4 km / año en todos los condados bajo cuarentena desde 1900 hasta 1915, seguido de una propagación lenta (5.0 km / año) entre los condados de 1916 a 1965 y luego un período de expansión muy rápida (25.8 km / año) de 1966 al 2000. En el programa de control aplicado actualmente por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, llamado "Slow the Spread" el cálculo de la velocidad promedio de dispersión fue de 14.6 km / año (Goldstein, *et al.*, 2018).

Estos cambios en la tasa de dispersión, pueden estar relacionados con los efectos de Allee (disrupción del apareamiento, sincronización con la disponibilidad de alimento, ausencia de enemigos naturales y diversidad genética) entre diferentes regiones a lo largo del frente de invasión (Tobin *et al.*, 2009).

En el caso de *L. dispar asiatica* se presenta una característica muy importante que incrementa su potencial de dispersión directa, y corresponde a la alta capacidad de vuelo de hembras y machos adultos (Liebhold *et al.*, 1992; Liebhold & Tobin, 2008; Molet, 2012a). *Lymantria dispar japonica*, se compara con el potencial que tiene *Lymantria dispar asiatica* para propagarse rápidamente debido a la capacidad de las

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

hembras para volar. En Japón se ha logrado dispersar a través de varias Islas (Molet, 2012b).

Por otro lado, las larvas de primer instar que emergen de las oviposiciones de *L. dispar* pueden ser transportadas por el viento a distancias mayores a 2 km, favorecidas por la formación de hilos de seda. Este mecanismo de dispersión (ballooning) posee impacto en el desplazamiento a cortas distancias (Cibrian *et al.*, 2009; Heit *et al.*, 2014; USDA-FS, 2017). De esta forma pueden pasar de un hospedante a otro, y recorrer un promedio de 5 Km por año, incluso puede desplazarse hasta 50 km de su sitio inicial con ayuda del viento (GISD, 2015).

En un estudio realizado en Sudamérica, se consideró como áreas con mayor riesgo de ser inicialmente invadidas, aquellas ubicadas dentro de un radio de 2 km de las instalaciones portuarias. Donde podrían a través de las habilidades de dispersión antes señaladas, desplazarse de alguna embarcación infestada a un sitio apropiado para encontrar un hospedante apropiado (Heit *et al.*, 2014).

4.1.2 Factores que favorecen su establecimiento y dispersión

Uno de los factores que favorece el establecimiento y dispersión de las subespecies de *Lymantria dispar*, es la presencia de hospedantes apropiados; a nivel de subespecies, *Lymantria dispar dispar* reporta alrededor de 300 hospedantes y para la subespecie *Lymantria dispar asiatica* aproximadamente 500, entre especies de árboles y arbustos, de más de 100 familias diferentes. Alrededor de 150 especies, en su mayoría forestales son consideradas hospedantes preferidos, por lo que su presencia contribuye a la severidad y la longevidad de la infestación. La larva se alimenta principalmente de árboles de madera dura, pero puede alimentarse de árboles de madera blanda, que pueden encontrarse tanto en áreas forestales, agrícolas y urbanas (Molet, 2012a; GISD, 2015; CABI, 2019; EPPO, 2019).

Algunas especies de hospedantes preferidos para *Lymantria dispar dispar* incluyen: roble o encino (*Quercus* spp.), arce (*Acer* spp.), abedul (*Betula* spp.), aliso (*Alnus* spp.), espino (*Crataegus* spp.), álamo temblón (*Populus tremuloides*), álamo de Virginia (*Populus deltoides*), alerce (*Larix* spp.), sauce (*Salix* spp.), avellano (*Corylus* spp.), tilos (*Tilia* spp.), píceas (*Picea pungens*) y árboles frutales como ciruelo (*Prunus* spp.), durazno (*Prunus persica*), almendro (*Prunus* spp.), manzano (*Malus domestica*) y Pistacho (*Pistacia vera*) (Molet, 2012a; GISD, 2015; ISC, 2015; USDA – APHIS, 2019a; CABI, 2019; EPPO, 2019; SENASICA, 2019).

Otras especies reportadas como hospedantes son: Carpe (*Carpinus* spp.), castaño (*Castanea* spp.), sudajii (*Castanopsis* spp.), almez (*Celtis* spp.), *Cerasis* spp., níspero (*Eriobotrya* spp.), cedro japonés (*Cryptomeria japonica*), cydonia (*Cydonia* spp.), caqui (*Diospyros* spp.), caqui (*Diospyros kaki*), haya (*Fagus* spp.), fresno (*Fraxinus*

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

spp.), avellano de bruja (*Hamamelis* spp.), mora (*Morus* spp.), píceas (*Picea* spp.), pino (*Pinus* spp.), peral (*Pyrus* spp.), rododendro (*Rhododendron* spp.), falsa acacia (*Robinia* spp.), rosa (*Rosa* spp.), zarzamora (*Rubus* spp.), olmo (*Ulmus* spp.), glicinas (*Wisteria* spp.), Zelkova del japon (*Elkova* spp.), enebro o sabinas (*Juniperus* spp.), serbales (*Sorbus* spp.) y *Tsuga* spp. (Pogue & Schaefer, 2007; Molet, 2012a; SAG, 2015; CABI, 2019, Plant Health Australia, 2019, SENASICA 2019).

Entre los hospedantes preferidos de *Lymantria dispar asiatica*, se encuentra el alerce (*Larix* spp.), alerce siberiano (*Larix sibiricus*), aliso (*Alnus* spp.) y sauce (*Salix* spp.) (Molet, 2012a).

También ha causado impacto en los siguientes hospedantes primarios: Liquidámbar (*Liquidambar* spp.), manzano (*Malus domestica*), álamo (*Populus* spp.), roble o encino (*Quercus* spp.), tilos (*Tilia* spp.) y olmo (*Ulmus* spp.). Otras especies hospedantes son: arce (*Acer* spp.), abedul (*Betula* spp.), cepillo de botella espinoso (*Callistemon brachyandrus*), carpe (*Carpinus* spp.), castaño (*Castanea* spp.), *Castanopsis* spp., talas (*Celtis* spp.), *Cerasis* spp., avellano (*Corylus* spp.), gomero manchado (*Corymbia maculata*), membrillo (*Cydonia* spp.), persimonia (*Diospyros kaki*), níspero (*Eriobotrya* spp.), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), *Eurya* spp., Haya americana (*Fagus grandifolia*), fresno (*Fraxinus* spp.), avellano (*Hamamelis* spp.), nogal (*Juglans* spp.), lepedeza (*Lespedeza* spp.), mora (*Morus* spp.), píceas (*Picea* spp.), pino (*Pinus* spp.), almendro (*Prunus* spp.), pera (*Pyrus* spp.), rosa (*Rosa* spp.), (*Rubus* spp.), sala (*Shorea robusta*), glicina (*Wisteria* spp.), zelkova (*Zelkova* spp.) y xylosma (*Xylosma* spp.) (Molet, 2012a).

Lymantria dispar japonica ha causado severas defoliaciones en forma constante al cultivo de persimonia (*Diospyros kaki*) y causa daño al cedro japonés (*Cryptomeria japonica*) (Molet, 2012b).

Se reportan como hospedantes primarios: (*Corylopsis spicata*) y Liquidámbar chino (*Liquidambar formosana*) (Pogue & Schaefer, 2007). También ha causado impacto en los siguientes hospedantes: aliso (*Alnus* spp.), abedul (*Betula* spp.), abedul blanco (*Betula platyphylla*), carpe (*Carpinus* spp.), castaño (*Castanea* spp.), *Castanopsis* spp., talas (*Celtis* spp.), *Cerasis* spp., níspero (*Eriobotrya* spp.), avellano (*Corylus* spp.), membrillo (*Cydonia* spp.), Haya americana (*Fagus grandifolia*), fresno (*Fraxinus* spp.), avellano (*Hamamelis* spp.), alerce (*Larix* spp.), alerce japonés (*Larix kaempferi*), manzano (*Malus domestica*), mora (*Morus* spp.), píceas (*Picea pungens*), pino (*Pinus* spp.), álamo de Virginia (*Populus deltoides*), ciruelo (*Prunus* spp.), pera (*Pyrus* spp.), roble o encino (*Quercus* spp.), rododendro (*Rhododendron* spp.), falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*), rosa (*Rosa* spp.), zarzamora (*Rubus* spp.), sauce (*Salix* spp.), tilos (*Tilia* spp.), olmo (*Ulmus* spp.), glicina (*Wisteria* spp.), glicinia japonesa (*Wisteria floribunda*), zelkova (*Zelkova* spp.), zelkova del Japón (*Zelkova serrata*) (Molet, 2012b).

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

PNUD México (2019), a través de un estudio reciente identificó 45 especies hospedantes de *Lymantria dispar* de importancia forestal y agrícola que estarían en amenaza de ser dañadas ante la presencia de alguna de las subespecies en México. De estas especies, el estudio señala las siguientes 10 especies de hospedantes para *Lymantria dispar* con mayor valor de riesgo promedio, álamo negro (*Populus nigra*), ciruelo chino (*Prunus salicina*), *Pseudotsuga menziesii*, álamo temblón (*Populus tremuloides*), arándano (*Vaccinium cespitosum*), Haya americana (*Fagus grandifolia*), falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*), píceo (*Picea engelmannii*), ciruelo europeo (*Prunus domestica*) y arce negundo (*Acer negundo*). Adicionalmente SENASICA (2019), reporta el nogal (*Juglans regia*), manzano (*Malus domestica*), durazno (*Prunus persica*), pera (*Pyrus spp.*), lichi (*Litchi chinensis*), pistacho (*Pistacia vera*), chabacano (*Prunus armeniaca*) y cerezo (*Prunus cerasus*).

4.1.3 Historia de introducción en México / Compatibilidad Climatológica

De acuerdo a lo establecido en la NIMF No. 8, determinación de la situación de una plaga en un área (CIPF, 2017a) y a las actividades del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, llevado a cabo por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), el estatus de *Lymantria dispar* en México es **Ausente: no hay registro de la presencia de la plaga** (CONAFOR-SENASICA, 2019).

De 2016 a mayo de 2019, a través del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria de CONAFOR-SENASICA, se instaló una red de trampeo para monitoreo de Palomilla gitana (*Lymantria dispar*), con un total de 523 trampas en 2016, 414 en 2017, 507 en 2018 y 485 en 2019, llevándose a cabo más de 46 mil observaciones de dichas trampas durante este periodo, con 5 detecciones de ejemplares sospechosos, que fueron corroborados por el propio SENASICA con resultados negativos a *L. dispar* (CONAFOR-SENASICA, 2019).

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

Estado	No. Trampas
Baja California	120
Campeche	3
Chiapas	15
Chihuahua	200
Colima	10
Michoacán	10
Nuevo León	20
Oaxaca	5
Sinaloa	10
Sonora	90
Tamaulipas	20
Veracruz	15
Yucatán	5
Total	523



Figura 5. Resultados 2016 del Programa de Vigilancia Fitosanitaria (CONAFOR-SENASICA, 2019).



Estado	No. Trampas
Baja California	43
Coahuila	10
Colima	12
Chihuahua	200
Michoacán	10
Nuevo León	19
Oaxaca	10
Sonora	90
Veracruz	15
Yucatán	5
Total	414

Figura 6. Resultados 2017 del Programa de Vigilancia Fitosanitaria (CONAFOR-SENASICA, 2019).

Estado	No. Trampas
Baja California	61
Chihuahua	200
Coahuila	20
Colima	20
Michoacán	23
Nuevo León	29
Oaxaca	18
Sonora	95
Tamaulipas	20
Veracruz	16
Yucatán	5
Total	507



Figura 7. Resultados 2018 del Programa de Vigilancia Fitosanitaria – SENASICA (CONAFOR-SENASICA, 2019).

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.



Estado	No. Trampas
Baja California	40
Chihuahua	200
Ciudad de México	4
Coahuila de Zaragoza	20
Colima	20
Michoacán	48
Nuevo León	19
Oaxaca	18
Sonora	92
Tamaulipas	3
Veracruz	15
Yucatán	6
Total	485

Figura 8. Resultados 2019 (a mayo) del Programa de Vigilancia Fitosanitaria (CONAFOR-SENASICA, 2019).

Tabla 4. Observaciones realizadas a trampas, de 2016 a mayo de 2019. CONAFOR-SENASICA 2019.

	2016	2017	2018	2019 (ene-may)	Total, de observaciones por estado
Baja California	4,211	310	2,044	503	7,068
Campeche	64	0	0	0	64
Chiapas	379	0	0	0	379
Chihuahua	6,876	2,112	7,036	3,158	19,182
Ciudad de México	0	0	0	4	4
Coahuila	0	30	882	335	1,247
Colima	376	132	494	164	1,166
Michoacán	105	101	496	573	1,275
Nuevo León	804	170	884	112	1,970
Oaxaca	67	65	734	168	1,034
Sinaloa	373	16	0	0	389
Sonora	2,801	1000	4,177	1,540	9,518
Tamaulipas	682	23	699	3	1,407
Veracruz	83	103	572	116	874
Yucatán	145	51	242	40	478
Total, de observaciones por año	16,966	4,113	18,260	6,716	46,055

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

Por su parte, la Gerencia de Sanidad de la CONAFOR, en coordinación con el SENASICA ha trabajado en la elaboración de un mapa de riesgo para la especie *Lymantria dispar* y se encuentra ejecutando actividades de exploración puntual de áreas forestales con riesgos altos y muy altos. Esta actividad se administra a través de la plataforma SIRVEF (Sistema Integral de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria). Una “acción de exploración puntual” se refiere a la búsqueda de síntomas y daños en hospedantes preferenciales de *Lymantria dispar* en zonas de alto riesgo de introducción y de establecimiento, inspeccionando plantas hospedantes en zonas forestales. La metodología de esta actividad implica establecer una superficie no mayor a 5 hectáreas y efectuar un recorrido en guarda griega, con una inspección de al menos 10 hospedantes potenciales en el sitio. La periodicidad de ejecución de estas actividades es quincenal (CONAFOR-SENASICA, 2019). Esta actividad inició el 15 de noviembre del año 2018, reportándose hasta la fecha la estadística que se muestra en la Figura 11, en cuanto al número de sitios explorados por estado (CONAFOR-SENASICA, 2019).

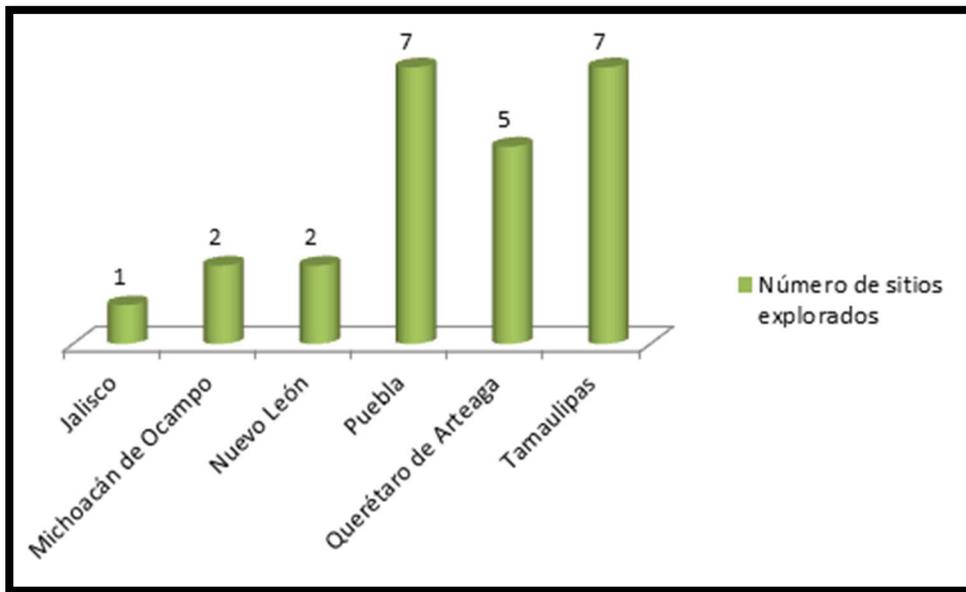


Figura 9. Número de sitios explorados por estado (CONAFOR-SENASICA, 2019).

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

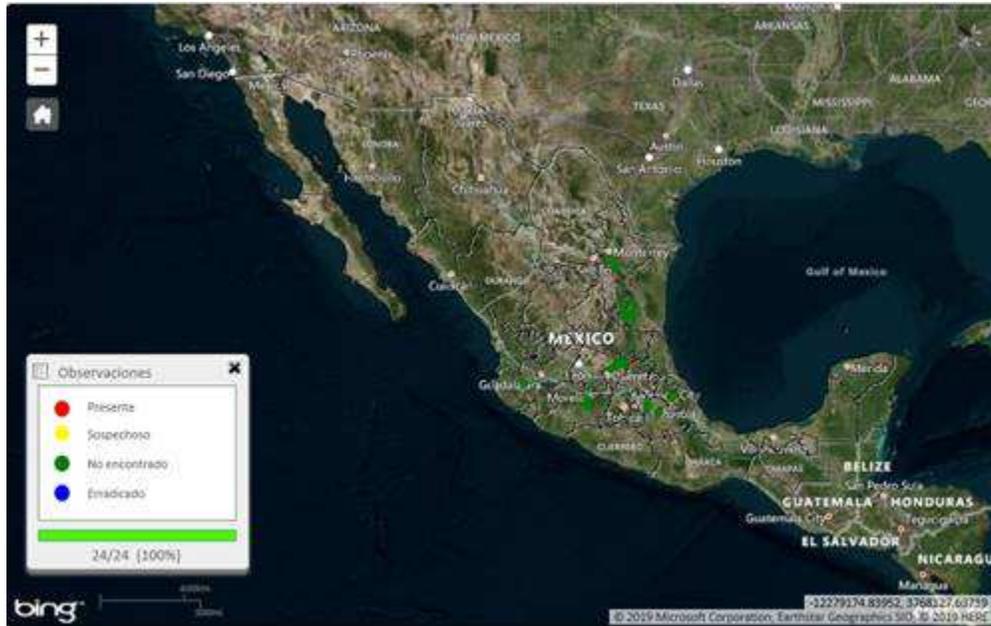
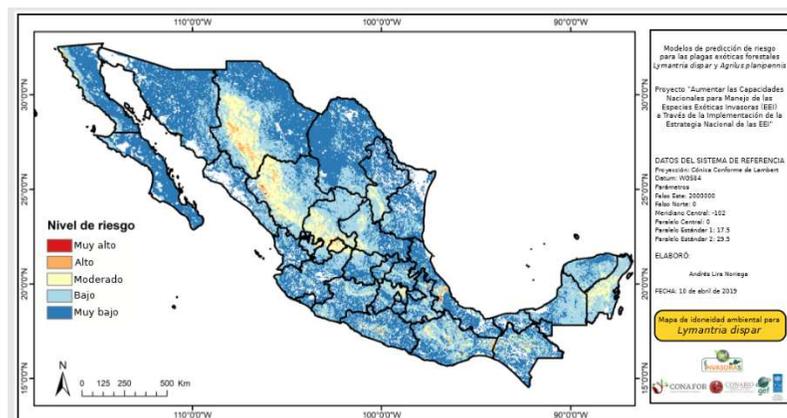


Figura 10. Sitios explorados, y donde no se ha encontrado la presencia de *Lymantria dispar* (CONAFOR-SENASICA, 2019).

Se han realizado estudios para establecer los potenciales de entrada y establecimiento de *Lymantria dispar* en México y se ha concluido en un riesgo alto dada la presencia de especies hospedantes susceptibles y la compatibilidad climática de acuerdo a su requerimiento para lograr su ciclo de vida (Cibrian *et al.*, 2009; Del - Val *et al.*, 2017).

En un estudio reciente sobre el Análisis de la idoneidad ambiental de *Lymantria dispar* en México, PNUD México (2019), muestra zonas de mayor idoneidad hacia la región del altiplano mexicano, extendiéndose principalmente hacia la Sierra Madre Occidental en el oeste de Durango, Chihuahua y sur de Zacatecas, y también hacia la parte sur de Nuevo León, noroeste de San Luis Potosí, Aguascalientes, y serranías de Oaxaca y Chiapas, la porción central de Quintana Roo y la porción noroccidental de Baja California Figura 13.



Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Figura 11. Mapa de riesgo cualitativo para *Lymantria dispar* identificando zonas con distinto grado de vulnerabilidad en México. Donde 0 = Nulo, 1 = Muy Bajo, 2 = Bajo, 3 = Medio, 4 = Alto, 5 = Muy Alto. PNUD México, 2019.

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

5 Evidencias de impactos

5.1 Impactos a la salud humana

El contacto directo de la piel con las cerdas de la larva es urticante, podría provocar una erupción y / o irritación de la piel (dermatitis) al entrar en contacto con la piel humana, los ojos o el tracto respiratorio (NAPPO, 2015a, GISD, 2015; ISC, 2015).

5.2 Impactos ambientales y a la biodiversidad

Las invasiones de *Lymantria dispar* interrumpen los servicios ecosistémicos proporcionados por los árboles, las larvas son muy voraces, pudiendo una sola larva llegar a consumir hasta 1 m² de follaje durante su desarrollo, lo que afecta el hábitat de la vida silvestre y reduce la producción de alimentos para las especies dependientes. En un nivel recreativo, los árboles defoliados y las copas delgadas degradan el valor estético de los árboles. Durante los brotes, los excrementos cubren grandes áreas que afectan actividades al aire libre como acampar, asar carne al aire libre, nadar y hacer picnics. La reducción a las visitas de estas áreas recreativas o centros turísticos puede ocurrir durante los períodos de brotes de la especie invasora (Molet, 2012a; ISC, 2015).

En Estados Unidos y Canadá, donde se ha introducido *Lymantria dispar*, presenta una dinámica poblacional cíclica, en periodos de 7 a 10 años (Iglesias, 1996; US Forest Service, 2017). Esta dinámica poblacional puede representar un papel crítico en la estructura del ecosistema. *L. dispar* se caracteriza por sus llamativas explosiones de abundancia, provocando modificaciones importantes a nivel de los ciclos de nutrientes del ecosistema. Además, como consecuencia de las explosiones demográficas, la vegetación de las zonas afectadas (típicamente *Quercus ilex*) desarrollan alteraciones en su biología, cambios fisiológicos, alteraciones al crecimiento, procesos que también pueden estructurarse como factores evolutivamente importantes en la comunidad debido al papel en la eliminación de los individuos más débiles de la población y maximizando así el crecimiento de los supervivientes (Iglesias, 1996). Este comportamiento ha cambiado la composición de los bosques al disminuir las especies de *Quercus* (encino o roble), y aumentar especies menos deseables (USDA-FS, 1991; Wallner, 2000). La reforestación puede generar una pérdida de biodiversidad (Molet, 2012a).

En relación a otros valores ambientales, en España, al suelo desde un punto de vista tanto físico, de sustento de la planta, como considerando su parte orgánica, que alberga multitud de microfauna, es un elemento contemplado en el diseño y posterior ejecución del Plan de lucha integrado para el manejo de *Lymantria dispar dispar*. Los efectos beneficiosos sobre el suelo de las actuaciones preventivas o de control contempladas minimizan los efectos de la erosión al evitar la muerte de la

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

planta y conservan los horizontes superficiales, pues al no producirse defoliaciones o reducir estas a la mínima expresión, el golpeo de la gota de lluvia sobre el suelo causará unos arrastres menores que si no existiese la cubierta vegetal que lo protege (Junta de Andalucía, s/a).

5.3 Impactos a actividades productivas

La defoliación puede afectar la estética y la comercialización de las plantas hospedantes, lo que representa una seria amenaza para el material vegetal disponible en viveros (Wallner, 2000). Las defoliaciones repetidas pueden llevar a la mortalidad de las plantas hospedantes en áreas como bosques, huertos y paisajismo (USDA-APHIS, 2019a).

5.4 Impactos económicos

Se ha estimado que más de 30 millones de hectáreas de bosques han sido defoliadas en Estados Unidos desde 1970 (GISD, 2015). En las áreas afectadas, *Lymantria dispar dispar* ha causado daños económicos a través de impactos adversos en bosques urbanos y suburbanos sobre la productividad, la estética, la recreación y el valor de la propiedad residencial. Las pérdidas van del orden de los \$72 millones de dólares, debido a las grandes cantidades de excrementos producidos por las larvas sobre bosques maderables en Pennsylvania, hasta aproximadamente \$120 millones de dólares por año en el valor de la propiedad residencial en Estados Unidos de 1998 a 2007 (ocasionado por especies no nativas entre ellas *Lymantria dispar dispar*) (Leuschner *et al.*, 1996; Liebhold & Elkinton, 1988; Bigsby *et al.*, 2014). Debido a estos impactos, en este mismo periodo el gobierno federal de los Estados Unidos, realizó una inversión de \$298 millones de dólares en programas de supresión, investigación y desaceleración de la dispersión (ISC, 2015). A medida que el rango de la palomilla gitana continúa expandiéndose, es probable que estos impactos también aumenten (Tobin *et al.*, 2012).

6 Control y mitigación

6.1 Tipo de estrategias

6.1.1 Control químico

Algunos de los insecticidas sintéticos utilizados para el control de *Lymantria dispar* son diflubenzuron, carbaryl y tebufenozide, todos ellos aplicados mediante aspersión ya sea terrestre para infestaciones poco severas o por vía aérea para infestaciones importantes (Cibrian *et al.*, 2009; Plant Health Australia, 2009). Aunque carbaryl es un producto prohibido para su uso en Europa por su efecto carcinogénico, es decir produce cáncer o favorece su aparición (UTZ, 2015; EU, 2016;

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

Plantwise, 2019). Por lo que es recomendable verificar su autorización en la aplicación de estos productos en el lugar donde se requiere su aplicación.

6.1.2 Control semiquímico: Disrupción del apareamiento

La utilización de feromonas sintéticas interrumpe o bloquea la comunicación química entre machos y hembras, la liberación de la feromona se lleva a cabo en el mes de junio, sincronizando la liberación en la medida de lo posible con el inicio del vuelo del macho (Cibrian *et al.*, 2009; ISC, 2015).

6.1.3 Practicas manuales

Las poblaciones de *Lymantria dispar* a pequeña escala se pueden manejar mecánicamente a través de raspado y destrucción de masas de huevecillos. Aplicar bandas y barreras adhesivas a los troncos de posibles árboles hospedantes. Ambas técnicas se utilizan para mantener la población de palomilla suprimida y en un nivel manejable (ISC, 2015).

6.1.4 Prácticas culturales

La manipulación silvicultural se ha utilizado como una estrategia de gestión a largo plazo para limitar la capacidad de las poblaciones de *Lymantria dispar* para aumentar a densidades que deriven en brotes. Dichas estrategias se basan en el adelgazamiento para reducir las especies hospedante preferidas por *L. dispar* (teóricamente reducir la susceptibilidad de pie), pero no es muy satisfactorio porque las especies de árboles más susceptibles, tales como las especies de roble o encino, también se consideran por lo general las especies maderables más valiosas. Como parte de la estrategia también se pueden eliminar árboles de poco vigor (Plantwise, 2019).

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

6.1.5 Control biológico

Los enemigos naturales se han estudiado ampliamente en los sitios donde se encuentra *Lymantria dispar*. En Estados Unidos y Canadá se han introducido alrededor de 50 especies de parasitoides, pero únicamente se han establecido 11. Los parasitoides más abundantes, frecuentes y eficientes son los parasitoides larvales (Díptera: Tachinidae): *Compsilura concinnata*, *Parasetigena silvestris* y *Blepharipa pratensis*; el parasitoide larvario (Hymenoptera: Braconidae) *Cotesia melanoscelus*; el parasitoide del huevecillo (Hymenoptera: Encyrtidae) *Ooencyrtus kuvanae* y el parasitoide pupal *Brachymeria intermedia* (CABI, 2019).

La aplicación aérea de *Bacillus thuringiensis* o mejor conocido como Bt, se ha utilizado para controlar *Lymantria dispar*, ésta produce una toxina específica, la cual se distribuye vía sistémica en la planta hospedante y daña el sistema digestivo del insecto. Las larvas al alimentarse de las hojas disminuyen su capacidad de alimentación, su movilidad y posteriormente mueren en un periodo de 7-10 días (Plant Health Australia, 2009; Cibrian *et al.*, 2009; ISC, 2015; CABI, 2019). El uso de productos a base de Bt sí se tiene documentado en el área de análisis de riesgo, para otras plagas objetivo, principalmente larvas de lepidópteros, pero esto no se puede considerar como “presencia de enemigos naturales”. De acuerdo a la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), existen diversos productos comerciales a base de Bt, registrados para su uso en una amplia variedad de cultivos agrícolas y especies forestales (COFEPRIS, 2019), por lo que en caso de requerirse su uso ante una eventual introducción de *Lymantria dispar dispar*, existirían diferentes alternativas, que podrían ser utilizadas conforme a las disposiciones establecidas en el artículo 8 Bis 1 del Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos, para el uso de plaguicidas en casos de emergencias fitosanitarias.

El hongo entomopatógeno *Entomophaga maimaiga*, que fue probablemente introducido accidentalmente de Asia Oriental en la década de 1980 y causó la mortalidad masiva de las poblaciones de *Lymantria dispar* en Estados Unidos (ISC, 2015), se ha convertido en un importante enemigo natural de la *Lymantria dispar* (Hajek *et al.*, 1995). El promedio anual de la mortalidad de palomilla gitana causado por *E. maimaiga*, en el desarrollo larval, fluctúa entre el 65% y 87% en Bulgaria y entre el 62.8% y 98.8 % en Serbia. En el estado de pupa la mortalidad varía entre el 11.7 – 33.1% en Bulgaria y 0.4 – 6.3% en Serbia (Georgiev *et al.*, 2019). Este patógeno es altamente eficaz en la mortalidad de *L. dispar*, debido a que reduce en un 99% la población (Molet, 2012a).

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

El virus de la nucleopolihedrosis (NPV), está presente en toda Eurasia y aparentemente se introdujo en Norteamérica en la población inicial de *Lymantria dispar* en 1869 (CABI, 2019) también es otra alternativa de control biológico. Este virus daña gravemente los órganos internos de las larvas, matándolas. Actualmente se ha desarrollado el plaguicida biológico Dispavirus, conocido en su formulación comercial como Gyphek (CABI, 2019).

7 Normatividad

7.1 Regulación internacional

- Convenios internacionales de los que México forma parte

México firmó el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) el trece de junio de 1992 y lo ratificó el once de marzo de 1993; el cual reconoce el valor intrínseco de la biodiversidad y de los valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, recreativos y estéticos de la diversidad biológica y sus componentes. Las Partes contratantes del CDB, han establecido algunos indicadores específicos para controlar las amenazas a la biodiversidad que representan las especies invasoras; definiéndolas como aquellas que prosperan sin ayuda del ser humano y amenazan hábitats naturales o seminaturales, fuera de su área habitual de distribución (SEMARNAT, 2016).

Asimismo, México también es parte de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) (IPPC, por sus siglas en inglés), la cual es un tratado internacional que tiene como finalidad lograr una acción coordinada y eficaz para prevenir y combatir la introducción y propagación de plagas de las plantas y productos vegetales. México se adhirió a la CIPF el 26 mayo 1976. La CIPF contempla, además de la protección de las plantas cultivadas, la flora natural y los productos de origen vegetal, los daños directos como los indirectos que producen las plagas; también considera los objetos o materiales que puedan alojar o propagar plagas, tales como los vehículos, aviones y barcos, contenedores, almacenes, el suelo y otros. La Convención ofrece un marco y un foro para la cooperación internacional, la armonización y el intercambio técnico entre las partes contratantes (CIPF, 1997).

7.2 Regulación internacional

En virtud de la relevancia que ha tomado la problemática de las especies exóticas invasoras en los últimos años, la comunidad internacional ha venido desarrollando a lo largo de los últimos años una serie de tratados y herramientas al respecto, así como, en la sexta Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica, las Partes adoptaron la decisión (VI/23) (CBD, 2002) que insta a los gobiernos a crear

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

la capacidad nacional para hacer frente a las especies exóticas invasoras, en el marco de estrategias y planes de acción, y en conformidad con un conjunto de principios rectores (Zilletti *et al.*, 2013).

Actualmente la CIPF no cuenta con una norma internacional de medidas fitosanitarias específica para *Lymantria dispar*. No obstante, reconoce que las masas de huevecillos en diapausa de *Lymantria dispar* pueden contaminar vehículos, maquinaria y equipos usados. Por esta razón, a través de la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias "NIMF 41, Movimiento internacional de vehículos, maquinaria y equipos usados", se identifica y categoriza el riesgo de plagas asociado con vehículos, maquinaria y equipos utilizados para fines agrícolas, forestales, hortícolas, de remoción de tierras, en la minería a cielo abierto y en el manejo de residuos, así como los utilizados por las fuerzas armadas, que se mueven internacionalmente e indica las medidas fitosanitarias apropiadas. Asimismo, reconoce que dentro de los grupos de plagas que se asocian al movimiento internacional de madera, se encuentran diversas palomillas no taladradoras de madera de la subfamilia Lymantriinae (NIMF 39, Movimiento internacional de madera) (CIPF, 2017b; CIPF, 2017c).

La Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO, por sus siglas en inglés), la cual está conformada por la Canadá, Estados Unidos de América y México, cuenta con la Norma Regional de Medidas Fitosanitarias NRMF 33, Directrices para reglamentar la movilización de embarcaciones provenientes de áreas infestadas de la Palomilla Gitana Asiática (PGA), la cual proporciona a los países miembros las directrices para el manejo del riesgo dirigido a disminuir la entrada de esta plaga a Norteamérica y su establecimiento. Dicha norma regional describe las medidas de manejo del riesgo para las embarcaciones que visitan puertos en donde la PGA está presente. También describe las medidas necesarias para los cargamentos provenientes de áreas infestadas o que pasen por ellas y que estén destinados a Norteamérica (NAPPO, 2015b).

Para efectos de la NRMF 33 de la NAPPO, la PGA comprende las dos subespecies *Lymantria dispar asiatica* (Vnukovskij) y *L.d. japonica* (Motschulsky) y las tres especies de *Lymantria*: *L. albescens* Hori y Umeno, *L. umbrosa* (Butler) y *L. postalba* Inque, las cuales son plagas cuarentenarias serias para los tres países miembros de la NAPPO (NAPPO, 2015b). Considerando lo anterior, sería conveniente que las autoridades responsables en México, valoren incluir en la Lista de especies invasoras a *L. albescens* Hori y Umeno, *L. umbrosa* (Butler) y *L. postalba* Inque.

Desde 1992, la Agencia Canadiense de Inspección de los Alimentos (ACIA) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), han establecido requisitos normativos de inspección y certificación para las embarcaciones que han visitado puertos infestados en la Federación de Rusia,

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Japón, Corea del Sur y China (al norte de Shanghái, definido como todos puertos ubicados a 31 grados, 15 minutos de latitud Norte o al norte de esta). Al realizar las actividades de inspección, los organismos de certificación en las áreas reglamentadas para PGA, así como la ACIA y el USDA, aunque menos frecuentemente y a un nivel menor, han detectado la PGA en embarcaciones que han visitado puertos reglamentados durante el período de vuelo de la hembra (CFIA,-USDA, 2019).

Debido a la presencia de la Palomilla europea (*Lymantria dispar dispar*) en ciertas áreas de los Estados Unidos de América y Canadá, ambos países cuentan con regulaciones locales que restringen el movimiento de un área de cuarentena con presencia de la plaga a un área que no está en cuarentena. Estas regulaciones obligan a las personas y las compañías de mudanzas a inspeccionar sus artículos domésticos y eliminar todas las etapas de la vida del insecto antes de moverse a un área no cuarentenada, pudiendo enfrentar sanciones si no lo hace. Es importante considerar las regulaciones locales que aplican dichos países en virtud de la cercanía con ellos, la intensidad del comercio, la movilización de personas hacia México y de la constante ampliación de las áreas en la que se está presentando la plaga (USDA-APHIS, 2019b).

Por su parte, el Comité de Sanidad Vegetal (COSAVE), integrado por Argentina, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay, Perú y Bolivia (en proceso de adhesión), en su Lista de las Principales Plagas Cuarentenaria para la Región del COSAVE, incluye a *Lymantria dispar* como plaga ausente en toda la región (COSAVE, 2000).

Por lo anterior, el COSAVE emitió los Lineamientos para un Plan de Contingencia para detección y control de la Polilla Gitana *Lymantria dispar* subespecie asiática (Lepidoptera: Erebidae: Lymantriinae), el cual considera las subespecies *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica*, el cual tiene por objetivo general detectar, contener y controlar mediante la erradicación, la ocurrencia de un brote de "Polilla Gitana raza asiática" (PGRA) en la Región de COSAVE, y por objetivos específicos: definir un área bajo cuarentena en el área que corresponda, orientada a la protección de áreas en peligro, implementar acciones de vigilancia fitosanitaria que permitan la detección oportuna de PGRA así como la delimitación del área del brote y erradicar el brote de plaga mediante la aplicación de insecticidas biológicos, de confusión sexual y otros (COSAVE, 2016).

Las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria de los Estados Unidos de América, Canadá, Nueva Zelanda, Australia y Chile, han emitido regulaciones específicas sobre PGA, que requieren que los barcos procedentes de países con presencia de la plaga y que arriben a sus puertos, deben estar certificados como libres de la plaga desde su lugar de origen, lo que obliga a los países infestados a realizar acciones de vigilancia y certificación, con los costos que ello implica,

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

pudiendo verse afectados productos agrícolas y forestales u otra mercadería que se exporte por medio del transporte marítimo, con los consecuentes efectos negativos al comercio internacional.

7.3 Regulación Nacional

– Legislación nacional

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establecen los criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestres, entre los que se señalan la preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural, la continuidad de los procesos evolutivos, la preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial, el combate al tráfico o apropiación ilegal de especies, el fomento y desarrollo de la investigación de la fauna y flora silvestre, y de los materiales genéticos, con el objeto de conocer su valor científico, ambiental, económico y estratégico para la Nación, entre otros; los cuales serán considerados en la protección y conservación de la flora y fauna del territorio nacional, contra la acción perjudicial de especies exóticas invasoras, plagas y enfermedades, o la contaminación que pueda derivarse de actividades agropecuarias (SEMARNAT, 1988).

Por su parte, la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) legisla de manera específica sobre las especies exóticas invasoras, definiéndolas como aquellas especies o poblaciones que no son nativas, que se encuentran fuera de su ámbito de distribución natural, que son capaces de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitat y ecosistemas naturales que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública. El artículo 27 Bis de esta Ley establece que no se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras y que la SEMARNAT determinará dentro de Normas Oficiales Mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Asimismo, en el artículo 27 Bis 1, determina que no se autorizará la importación de especies exóticas invasoras o especies silvestres que sean portadoras de dichas especies invasoras que representen una amenaza para la biodiversidad, la economía o salud pública (SEMARNAT, 2000).

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) establece en su artículo 21 que la SEMARNAT o la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en el ámbito de sus atribuciones, podrán suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos de las Entidades Federativas, con la participación, en su caso, de los Municipios, en el ámbito territorial de su competencia asuman, entre otras, funciones para programar y operar las tareas de control de plagas,

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

enfermedades y especies exóticas invasoras en materia forestal. Asimismo, el artículo 112 establece que la CONAFOR establecerá un Sistema Permanente de Evaluación y Alerta Temprana de la condición fitosanitaria de los terrenos forestales y temporalmente forestales y difundirá con la mayor amplitud y oportunidad sus resultados (SEMARNAT, 2018).

Por otra parte, tanto la SEMARNAT, a través de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, como la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal del SENASICA, y teniendo como marco la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley Federal de Sanidad Vegetal, con sus respectivos Reglamentos, establecen diversas regulaciones y disposiciones para la prevención, control y erradicación de plagas de importancia cuarentenaria que afecten los recursos y ecosistemas forestales y a la agricultura, respectivamente (SENASICA, 1994; SEMARNAT, 2018).

Tanto la SEMARNAT como la SADER, tienen facultades para expedir las Normas Oficiales Mexicanas que tengan por objeto prevenir, controlar y combatir las plagas forestales y agrícolas, y establecer las medidas fitosanitarias que deben cumplir las materias primas, productos y subproductos forestales y agrícolas, para evitar el ingreso de plagas de cuarentena, entre ellas la certificación fitosanitaria en origen, la aplicación de tratamientos fitosanitarios, la inspección en puntos de ingreso al territorio nacional, e incluso la cuarentena parcial o absoluta, por mencionar algunas.

Para efectos de la regulación fitosanitaria forestal y agrícola, se entiende por *Plaga Cuarentenaria*: plaga de importancia económica potencial para el área en peligro, aun cuando la plaga no existe o, si existe, no está extendida y se encuentra bajo control oficial; y como *Plaga Exótica*: la que es originaria de otro país. En este sentido, es importante precisar que muchas de plagas forestales y agrícolas de importancia cuarentenaria, o exóticas, para México son consideradas a su vez como especies exóticas invasoras, o viceversa, tal es el caso del complejo de *Lymantria dispar*, por lo que además son reguladas conforme a las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley Federal de Sanidad Vegetal y los diversos instrumentos normativos derivados de éstas (SENASICA, 1994; SEMARNAT, 2018; CIPF, 2019a).

El 7 de diciembre de 2016 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), publicó en el Diario Oficial de la Federación el "*ACUERDO por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México*", el cual tiene por objetivo conservar la biodiversidad y lograr la sustentabilidad ambiental. En dicha lista se considera a la Palomilla Gitana *Lymantria dispar* L., como una especie exótica invasora para México (SEMARNAT, 2016). En este sentido, se entiende que a cualquier subespecie de *L. dispar* le son aplicables las disposiciones de la Ley General

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

de Vida Silvestre, entre ellas las subespecies de la Palomilla Gitana Asiática *Lymantria dispar asiatica* y Palomilla Gitana Japonesa *Lymantria dispar japonica*, así como de la Palomilla Gitana Europea *Lymantria dispar dispar* (SEMARNAT, 2000). Es decir, de conformidad con el artículo 27 Bis de dicha Ley, no se permite la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de *Lymantria dispar*, asimismo no se autorizará la importación de esta especie o de especies silvestres que sean portadoras de la misma, de conformidad con el artículo 27 Bis 1 (SEMARNAT, 2000).

La Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEMARNAT-2010, que regula sanitariamente la importación de árboles de navidad naturales de las especies de los géneros *Pinus* y *Abies* y la especie *Pseudotsuga menziesii*, establece que *Lymantria dispar* (razas europea y asiática) es una plaga cuarentenaria para los árboles de navidad naturales que se pretendan importar a México, por lo que para efectos de esta norma, no se permite la importación de árboles de navidad que provengan de plantaciones ubicadas en condados donde las organizaciones nacionales de protección fitosanitaria de Canadá y los Estados Unidos de América, reporten la presencia de *Lymantria dispar* (SEMARNAT, 2010).

En la actualidad todos los estados de la Unión Americana en los que se encuentra establecida de forma definitiva la palomilla europea se encuentran cuarentenados, por lo que no se importan árboles de navidad de estas regiones, sin embargo, las zonas con poblaciones de la plaga establecidas permanentemente dentro de los Estados Unidos, aumentan año con año de forma importante, situación por la cual la actualización de las áreas cuarentenadas debe ser constante y continua (Cibrian *et al.*, 2009).

Asimismo, en la Norma Oficial Mexicana NOM-016-SEMARNAT-2013, que regula fitosanitamente la importación de madera aserrada nueva, el numeral 4.1.9 establece que *Lymantria dispar* es una plaga cuarentenaria asociada a la importación de madera aserrada, por lo que en la certificación fitosanitaria del país de origen se debe constatar que dicha plaga no se encuentra en la madera a exportar; además de que en caso de detectarse su presencia durante la inspección que realice el personal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en los puntos de ingreso, la madera debería recibir tratamiento fitosanitario preventivo y ordenarse su destrucción o retorno (SEMARNAT, 2013).

Una de las obligaciones de los países miembros de la CIPF es publicar en la página web de la Convención su lista de plagas reguladas. En este sentido, en la Lista de Plagas Reguladas por México, se encuentra la Palomilla gitana (*Lymantria dipsar* L.), por lo que México puede aplicar las diversas disposiciones normativas en materia fitosanitaria agrícola y forestal, aplicables a esta plaga (CIPF, 2019a).

Proyecto GEF _ Invasoras. “Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México”.

Por su parte, además de las disposiciones fitosanitarias aplicables a esta plaga, el SENASICA-SADER, cuenta con el documento titulado “Plan de Acción para la vigilancia y aplicación de medidas de control contra la Palomilla Gitana *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Erebidae) en México”. En este se indica que, para fines regulatorios en México, las tres subespecies de *L. dispar* (europea, asiática y japónica) se contemplan bajo vigilancia, aunque por su capacidad de vuelo la que representa mayor amenaza es *L. dispar asiatica*, por lo que la información para su plan de acción se enfoca principalmente en ésta. Este Manual tiene como objetivos de la actividad: vigilar a través del trampeo para la detección oportuna de *Lymantria dispar* en 13 entidades federativas, delimitar, contener y erradicar las detecciones o brotes de la palomilla gitana (*L. dispar*) y confirmar la erradicación una vez aplicadas las medidas fitosanitarias mediante monitoreo de ausencia de la plaga, al cabo de dos años que se tengan detecciones por muestreo o trampeo (SENASICA, 2016).

El SENASICA-SADER opera el Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria en toda la República, abarcando áreas agrícolas, silvestres, marginales y urbanas, identificadas como zonas de riesgo para la introducción, establecimiento, o en su caso, dispersión de plagas de importancia cuarentenaria. En dicho programa se realiza la vigilancia epidemiológica activa y pasiva de plagas en los principales sistemas producto del país, a través de acciones operativas como: Rutas de trampeo, Parcelas centinela, Rutas de vigilancia, Áreas de exploración, Viveros trampa y Plantas centinela. La Palomilla Gitana (*Lymantria dispar* L.), es una plaga para la cual se realiza vigilancia activa cubriendo las principales zonas de riesgo (CONAFOR-SENASICA, 2019); en la siguiente liga se encuentra información detallada de las acciones de vigilancia para esta plaga <https://www.gob.mx/senasica/documentos/palomilla-gitana-104939>.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

8 Referencia Bibliográfica

Arimoto, M. & Iwaizumi, R. 2014. Identification of japanese *Lymantria* species (Lepidoptera: Lymantriidae) based on morphological characteristics of adults. Res. Bull. Pl. Prot. Japan. 50: 89-110

Bilodeau, P., Roe, D. A., Bilodeau, G., Blackburn, G. S., Cui, M., Cusson, M., Doucet, D., Griess V. C., Lafond, V. M. A., Nilausen, C., Paradis, G., Porth, I., Prunier, J., Srivastava, V., Stewart, D., Torson, A. S., Tremblay, E., Uzunovic, A., Yemshanov, D. & Hamelin, R. C. 2018. Biosurveillance of forest insects: part II—adoption of genomic tools by end user communities and barriers to integration. Journal of Pest Science. En línea: <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1001-1>.

Bigsby, K. M., Ambrose, M. J., Tobin, P. C. & Sills, E. O. 2014. The cost of gypsy moth sex in the city. Urban Forestry & Urban Greening. 13(3):459-468.

Canadian Food Inspection Agency (CFIA). 2015. Report on beyond the border perimeter security and economic competitiveness action plan: asian gypsy moth joint assessment. En línea: <http://www.inspection.gc.ca/plants/plant-pests-invasive-species/insects/gypsy-moth/asian-gypsy-moth/agm-joint-assessment/eng/1417104662171/1417104737098>. Fecha de consulta: agosto 2019.

Canadian Food Inspection Agency (CFIA). United States Department of Agriculture (USDA). 2019. Asian Gypsy Moth. En línea: https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/gypsy_moth/download/Joint-AGM-bulletin-USDA-CFIA.pdf. Fecha de consulta: agosto 2019.

Center of Agriculture and Bioscience International (CABI). 2019. Invasive Species Compendium. *Lymantria dispar* (Gypsy moth). En línea: <https://www.cabi.org/ISC/datasheet/31807>. Fecha de consulta: abril 2019.

Charlton, R.E., Cardé, R.T. & Wallner, W.E. 1999. Synchronous crepuscular flight of female Asian gypsy moths: relationships of light intensity and ambient and body temperatures. Journal of Insect Behavior 12: 517-531.

Cibrán, T. D., Burke, R. A., Cibrán, L. V. D. & De Guadalupe, R. F. D. 2009. Estudio de Análisis de riesgo de plagas de los insectos y patógenos exóticos que pueden entrar en los árboles de navidad que se importan de Estados Unidos y Canadá a México. Secretaría del medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT). Subsecretaría de gestión para la protección ambiental. Dirección General de gestión forestal y de suelos.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Convention on Biological Diversity (CBD). 2002. Decision VI/23. Alien species that threaten ecosystems, habitats or species. En línea: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-06-dec-23-en.pdf>. Fecha de consulta: julio 2019

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (CANEI). 2010. Estrategia Nacional sobre especies invasoras en México: prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales, México, D.F; http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/Estrategia_Invasoras_Mex.pdf.

Comité de Sanidad Vegetal (COSAVE). 2000. Estándar regional en protección fitosanitaria. Sección III. Medidas fitosanitarias. 3.10.2 vigilancia de *Lymantria dispar* Linnaeus (Lepidoptera:Lymantriidae). En Línea: <http://www.cosave.org>. Fecha de consulta: abril 2019.

Comité de Sanidad Vegetal (COSAVE). 2016. V1.2. Lineamientos para un Plan de Contingencia para la detección y control de la Polilla Gitana *Lymantria dispar* raza asiática. En línea: <http://www.cosave.org/erpf/lineamientos-plan-de-contingencia-para-la-deteccion-y-control-lymantria-dispar-raza-asiatica-le>. Fecha de consulta: abril 2019.

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). 2019. Consulta de registros sanitarios de Plaguicidas y Nutrientes Vegetales. <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/registro-sanitario-de-plaguicidas-y-nutrientes-vegetales>. Fecha de consulta: Agosto de 2019.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2019. Seguimiento de estrategias operativas para Palomilla Gitana (*Lymantria dispar*). En línea: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/palomilla-gitana-104939>. Fecha de consulta: agosto 2019.

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). 1997. FAO. El nuevo texto revisado de la CIPF.

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). 2017a. FAO. NIMF 8, Determinación de la situación de una plaga en un área.

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). 2017b. FAO. NIMF 39, Movimiento internacional de madera.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). 2017c. FAO. NIMF 41, Movimiento internacional de vehículos, maquinaria y equipos usados.

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). 2019a. FAO. México. Lista de plagas reglamentadas. En línea: <https://www.ippc.int/en/countries/mexico/reportingobligation/3>). Fecha de consulta: abril 2019.

Del-Val, E., Martínez, J. P. & Bustista, L. A. 2017. Artrópodos Exóticos en México: Impactos en producción, biodiversidad y salud. Folia Entomológica Mexicana, 3 (2): 70-91.

Drooz, A.T. 1985. Insects of Eastern Forests, pp. 229 – 233. USDA-Forest Service, Washington, D.C.

Duvall, M. 2006. Gypsy Moth in Wisconsin – Lifecycle and Biology Wisconsin Department of Natural Resources. En línea: <https://fyi.extension.wisc.edu/gypsymothinwisconsin/life-cycle-and-biology-3/>. Fecha de consulta: abril 2019.

EU Pesticides database. 2016. En línea: <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>. Fecha de consulta: abril de 2019.

European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). 2019. PQR–database on quarantine pest. En línea: <http://www.eppo.int>. Fecha de consulta: abril de 2019.

Elkinton, J. S. & Liebhold, A. M. 1990. Population dynamics of gypsy moth in North America. Annual Review of Entomology. 35:571-596.

Georgiev, G., Tabaković-Tošić, M., Georgieva, M. & Mirchev, P. 2019. *Lymantria dispar* Mortality in Pupal Stage Caused by *Entomophaga maimaiga* in Bulgaria and Serbia. Topolar Poplar. 203:71-78.

Global Invasive Species Database (GISD). 2015. Species profile *Lymantria dispar*. En línea: <http://.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=96>. Fecha de consulta: 9 de abril 2019.

Goldstein, J., Park, J., Haran, M., Liebhold A. & Bjørnstad, O. 2018. Quantifying Spatio-Temporal Variation of Invasion Spread. ArXiv:1506.02685v4. En Línea: <https://arxiv.org/abs/1506.02685>. Fecha de consulta: 9 de abril 2019.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Hajek, A. E., Humber, R. & Elkinton, J. S. 1995. Mysterious origin of *Entomophaga maimaiga* in North America. *American Entomologist*. 41(1):31-42; 55 ref.

Hajek, A. E. & Tobin, P. C. 2009. North American eradications of Asian and European gypsy moth. In: Hajek, A. E., Glare, T. R., O'Callaghan, M., editors. Use of microbes for control and eradication of invasive arthropods. Netherlands: Springer; p. 7189.

Heit, G., Iribarne, A., Sione, W., Aceñolaza, P. & Cortese, P. 2014. Análisis espacial del riesgo de establecimiento de *Lymantria dispar* en bosques nativos de Sudamérica. *BOSQUE* 35(2):241-249. DOI:10.4067/S0717-92002014000200012.

Herard, F. 1979. Action of natural enemies of *Lymantria dispar* (Lep.: Lymantriidae) in the Mamora Forests (Morocco). *Entomophaga*. 24(2):163-175.

Higashiura, Y. 1989. Survival of eggs in the gypsy moth *Lymantria dispar*. II. Oviposition site selection in changing environments. *J Anim Ecol*. 58:413-126.

Hoover, G. A. 2000. Insect Advance from Extension. *Lymantria dispar* (Linnaeus). Department of Entomology. PennState. College of Agricultural Sciences. En línea: <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/es/es-gypsy-moth>. Fecha de consulta: abril de 2019.

Iglesias, F. D. J. 1996. Simulación de dinámicas de poblaciones de lepidópteros forestales. *ZAPATERI Revta. Aragon. Ent.* 6: 43-50.

International Maritime Organization (IMO). 2012. International shipping facts and figures information resources on trade, safety, security, environment. International Maritime Organization, London. En línea: <http://www.imo.org/en/Knowledge/ShipsAndShipping/FactsAndFigures/TheRoleandImportanceofInternationalShipping/Documents/International%20Shipping%20-%20Facts%20and%20Figures.pdf>. Fecha de consulta abril 2019.

Invasive Species Centre (ISC). 2015. European Gypsy Moth. Forest Invasive Canada. En línea: <https://forestinvasives.ca/Meet-the-Species/Insects/European-Gypsy-Moth>. Fecha de consulta abril 2019.

Jones, C. G., Ostfeld, R. S. Richard, M. P., Schaubert, E. M. & Wolff, J. O. 1998. Chain reactions linking acorns to gypsy moth outbreaks and Lyme disease risk. *Science (Washington)*. 279(5353):1023-1026; 39 ref.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Junta de Adalucía. s/a. Plan de lucha integrada contra la lagarta peluda *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758) en la comunidad autónoma de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 44pp. En línea: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambienales/montes/sanidad_forestal/planes_lucha_integrada/pli_lagarta_peluda.pdf. Fecha de consulta julio de 2019.

Keena, M. A., Wallner, W. E., Grinberg, P. S. & Cardé, R. T. 2001. Female flight propensity and capability in *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) from Russia, North America, and their reciprocal F1 hybrids. *Environmental Entomology*. 30: 380-387.

Leuschner, W., A., Young, J., A., Waldon, S., A. & Ravlin, F. W. 1996. Potential benefits of slowing the gypsy moth's spread. *Southern Journal of Applied Forestry*, 20(2):65-73; 25 ref.

Liebhold, A. M. & Elkinton J. S. 1988. Techniques for estimating the density of late-instar gypsy moth, *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae), populations using frass drop and frass production measurements. *Environmental Entomology*. 17: 381-384.

Liebhold, A. M., Halverson, J. A. & Elmes, G. A. 1992. Gypsy moth invasion in North America: a quantitative analysis. *Journal of Biogeography*. 19:513-520.

Liebhold, A. M., Elkinton, J., Williams, D. & Muzika, R. M. 2000. What causes outbreaks of the gypsy moth in North America?. *Population Ecology*. 42(3):257-266; Many ref.

Liebhold, A. M. & Tobin, P. C. 2008. Population Ecology of Insect Invasions and Their Management. *Annu. Rev. Entomol.* 2008. 53:387-408. Doi: 10.1146/annurev.ento.52.110405.091401

Limbu, S., Keena, M., Chen, F., Cook, G., Nadel, H. & Hoover, K. 2017. Effects of temperature on development of *Lymantria dispar asiatica* and *Lymantria dispar japonica* (Lepidoptera: Erebidae). *Environmental Entomology* 46: 1012-1023. En línea: <https://doi.org/10.1093/ee/nvx111>.

Lovett, G. M., Weiss, M., Liebhold, A., Holmes P. T., Leung, B., Lambert, K. F., Orwig, D. A., Cambell, F. T., Rosenthal, J., McCullough, D. G., Wildova, R., Ayres, M. P., Canham, C. D., Foster, R. D., Ladeau, L. S. & Weldy, T. 2016. Nonnative forest insects and pathogens in the United States: Impacts and policy options. *Ecological Applications*. 0(0), 2016, pp. 1-19. DOI 10.1890/15-1176.1.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Mauffette, Y. & Lechowicz, M. J. 1984. Differences in the utilization of tree species as larval hosts and pupation sites by the gypsy moth *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantridae). The Canadian Entomologist. 116: 685690.

Meurisse, N., Rassati, D., Hurley, B., Brockerhoff, E. & Haack, R. 2018. Common pathways by which non-native forest insects move internationally and domestically. Journal of Pest Science. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-0990-0>.

McManus, M., Schneeberger, N., Reardor, R. & Mason, G. 1989. Forest Insect and disease: Gypsy Moth. Washington, D.C. United States Department of Agriculture. Forest Service. En Línea: <http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/fidls/gypsymoth/gypsy.htm>. Fecha de consulta: abril de 2019.

Ministry of Agriculture and Forestry (MAF). 2008. Pest risk analysis for six moth species: lessons for the biosecurity system on managing hitchhiker organisms. Biosecurity. New Zealand. 419 pp.

Molet, T. 2012a. CPHST Pest Datasheet for *Lymantria dispar asiatica*. USDA-APHIS-PPQ-CPHST. Última actualización: febrero 4 de 2014.

Molet, T. 2012b. CPHST Pest Datasheet for *Lymantria dispar japonica*. USDA-APHIS-PPQ-CPHST.

North American Plant Protection Organization (NAPPO). 2015a. Steve Munson. Entomologist/Group Leader. USDA Forest Service. Forest Health Protection. Workshop: Asian Gypsy Moth. November 16-20, 2015.

North American Plant Protection Organization (NAPPO). 2015b. Organización Norteamericana de Protección a las Plantas. NRMF 33. Directrices para reglamentar la movilización de embarcaciones provenientes de áreas infestadas de la palomilla gitana asiática. <http://nappo.org/files/3315/0221/6529/RSPM33-01-08-2017-s.pdf>.

Paini, D. R., Mwebaze, P., Kuhnert, P. M. & Kriticos, D. J. 2018. Global establishment threat from a major forest pest via international shipping: *Lymantria dispar*. Sci Rep. 8(1): 3723. DOI: 10.1038/s41598-018-31871-y.

Peterson, A. T., Papeş, M. & Soberón, J. 2008. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. Ecological Modelling. 213(1): 63– 72.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Plant Health Australia. 2009. Threat Specific Contingency Plan. Gypsy moth (Asian and European strains) *Lymantria dispar dispar*. En línea: <http://www.planthealthaustralia.com.au/wp-content/uploads/2013/03/Gypsy-mothCP-2009.pdf>. Fecha de consulta: abril de 2019.

Plantwise Technical factsheet. 2019. En línea: <https://www.plantwise.org/knowledgebank/datasheet.aspx?dsid=31807>. Fecha de consulta: abril 2019.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019. Servicios de consultoría para integrar dos modelos de predicción de riesgo para las plagas exóticas forestales *Lymantria dispar* y *Agrilus planipennis* en el territorio mexicano. Proyecto 0839333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Lira Noriega, A. Laboratorio de Biogeografía, Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL, Xalapa, Veracruz, México. 8 pp.

Pogue, M. G. & Schaefer, P. W. 2007. A review of selected species of *Lymantria* HÜBNER (1819) including three new species (Lepidoptera: Noctuidae: Lymantriinae) from subtropical and temperate regions of Asia, some potentially invasive to North America. Forest Health Technology Enterprise Team Transfer. FHTET. 221p.

Régniere, J. 2009. Predicción de la distribución continental de insectos a partir de la fisiología de las especies. Dept. de Montes SPA. FAO. Roma.

Sasaki, T., Jikumaru, S., Azuma, W., Kuroda, K. & Ishii, H. 2016. Oviposition site selection by Japanese gypsy moth (*Lymantria dispar japonica*) in a warmtemperate secondary forest in western Japan. Forest Science and Technology. 12:3, 130-136, DOI: 10.1080/21580103.2015.1132782.

Schaefer, P. W., Ikebe, K. & Higashiura, Y. 1988. Gypsy Moth, *Lymantria dispar* (L.) and its Natural Enemies in the Far East (Especially Japan). Annotated Bibliography and Guide to the Last update: February 4, 2014. 11 Literature through 1986 and Host Plant List for Japan. Delaware Agricultural Experiment Station Bulletin no. 476. 167 pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 09 de enero de 2015.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales (SEMARNAT). 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de diciembre de 2016.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEMARNAT-2010, que regula sanitariamente la importación de árboles de navidad naturales de las especies de los géneros *Pinus* y *Abies* y la especie *Pseudotsuga menziesii*. D.O.F. 6 de noviembre de 2010.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013. Norma Oficial Mexicana NOM-016-SEMARNAT-2013, Que regula fitosanitariamente la importación de madera aserrada nueva. D.O.F. 4 de marzo de 2013.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2016. Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México. D.O.F. 7 de diciembre de 2016.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2018. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada 17 de abril de 2018 en el Diario Oficial de la Federación.

Servicio Agrícola y Ganadero Gobierno de Chile (SAG). 2015. *Lymantria dispar* o polilla gitana. En línea: <http://www.sag.cl/ambitos-deaccion/lymantria-dispar-o-polilla-gitana>. Fecha de consulta: abril de 2019.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Cierre de producción agrícola por cultivo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). En línea: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do Fecha de consulta: abril 2019.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 1994. Ley Federal de Sanidad Vegetal. Publicada el 5 de enero de 1994 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 16 de noviembre de 2011.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2016. Plan de Acción para Vigilancia y Aplicación de Medidas de Control Contra la Palomilla Gitana *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Erebidae) en México.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2019. Palomilla gitana asiática (*Lymantria dispar*) Linnaeus 1758. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

colaboración del Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria (LaNREF) Cd. De México. Última actualización: enero de 2019. Ficha técnica No. 65. 19p.

Sharov, A. A. 1997. Model of Slowing Gypsy Moth Spread Department of Entomology, Virginia Technology Institute <http://www.gypsymoth.ento.vt.edu/~sharov/sts/barrier.html>.

Tobin, C. P., Robinet, C., Johnson, M. D., Whitmire, L. S., Biornstad, N. O. & Liebhold, M. A. 2009. The role of Alle effects in gypsy moth, *Lymantria dispar* (L.) invasions. *Popul Ecol.* 51:373-384.

Tobin, P.C., Bai, B.B., Eggen, D. A. & Leonard, D. S. 2012. The ecology, geopolitics, and economics of managing *Lymantria dispar* in the United States. *International Journal of Pest Management.* 58(3):195-210. En línea: <http://www.tandfonline.com/loi/ttprm20>.

United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). 2016. Review of Maritime Transport 2016. United Nations Conference on Trade and Development, New York. En línea: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt20_16_en.pdf. Fecha consulta: abril 2019.

United States Department of Agriculture (USDA). Forest Service (FS). 1991. Pest risk assessment of the importation of larch from Siberia and the Soviet Far East. Miscellaneous Publication No. 1495. Washington, DC: United States Department of Agriculture. Forest Service.

United States Department of Agriculture (USDA). Forest Service (FS). 2017. Gypsy Moth in Northamerica. En línea: https://www.nrs.fs.fed.us/disturbance/invasive_species/asiangm/. Fecha de consulta: junio 2019.

United States Department of Agriculture (USDA). Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). 2016. Pest Alert. Asian Gypsy Moth. En línea: https://www.aphis.usda.gov/publications/plant_health/content/printable_version/fs_phasiangm.pdf. Fecha de consulta: agosto 2019.

United States Department of Agriculture (USDA). Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). 2019a. <https://www.aphis.usda.gov/aphis/resources/pests-diseases/hungry-pests/the-threat/hp-egm/hp-egm>. Fecha de consulta: abril 2019.

United States Department of Agriculture (USDA). Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). 2019b.

Proyecto GEF _ Invasoras. "Servicio de consultoría para la adaptación de un protocolo de análisis de riesgo para Lepidópteros, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para *Lymantria dispar dispar* (palomilla gitana europea), *Lymantria dispar asiatica* (palomilla gitana asiática) y *Lymantria dispar japonica* tres especies con potencial de riesgo para México".

https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/plant-pest-and-disease-programs/pests-and-diseases/gypsy-moth/ct_gypsy_moth. Fecha de consulta: abril 2019.

UTZ. 2015. Lista de Plaguicidas prohibidos y lista de plaguicidas en vigilancia. Departamento de Estándares y Certificación. Holanda.

Wallner, W. E. 2000. *Lymantria dispar* Asian biotype. EXFOR pest report. Exotic Forest Pest Information System for North America. 6 p.

Walker, K. 2005. European gypsy moth (*Lymantria dispar dispar* race Europe) Updated on 10/21/2011 9:31:38 AM. En línea: <http://www.padil.gov.au>.

Zilletti, B., Capdevila-Argüelles, L. & Álvarez, V. Á. S. 2013. La lucha contra las especies exóticas invasoras: una cuestión de estrategia y compromiso. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural. (10): 77-94.