

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 de *Lymantria dispar* y tres subespecies con potencial de riesgo alto para México.

Análisis de riesgo completo para las subespecies *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* con potencial invasor en México

**Norma Alejandra Elizalde Jiménez**

**Agosto 2019**



Larva: *Lymantria dispar asiatica* créditos de la fotografía: Ferenc Lakatos, University of West-Hungary John H. Gent, USDA Forest Service.



## Análisis de riesgo completo para las subespecies *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 Jiménez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consultor Independiente. Consultoría Fitosanitaria en Importación y Exportación (CONFIE).

**Modo de citar:** PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019. Análisis de riesgo completo de tres especies *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* con potencial invasor en México. Proyecto 089333 "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. 89pp.

**Área objeto del informe:** Ámbito nacional.

**Fecha de inicio y terminación del proyecto:** 5 de abril al 30 de agosto de 2019.

**Vínculo con la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras:** Los resultados del presente informe tiene como principal objetivo proporcionar un análisis de riesgo sobre las subespecies *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* con potencial invasor en México. Lo cual 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 a la meta 1.4, 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 (CANEI, 2010).

Resumen: En el presente informe se documentan los resultados de los 3 análisis de riesgos para las subespecies *Lymantria dispar dispar*, *Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica* con potencial invasor en México. La herramienta utilizada para este objetivo es un protocolo de análisis de riesgo completo adaptado para lepidópteros a partir de la modificación del protocolo Invasiveness scoring kit (ISK) (Coop *et al.*, 2005), y la adaptación

de PNUD México (2017), para hormigas invasoras. La introducción potencial a México de estas subespecies asociada al transporte transoceánico como una de las principales vías de introducción, plantea amenazas inminentes, por las defoliaciones sostenidas y constantes causando daños significativos a un amplio rango de especies forestales y agrícolas de importancia económica presentes en el país, ocasionando también un alto impacto al medio ambiente, al afectar el hábitat y en general el ecosistema para especies nativas. En México se ha identificado la presencia de 45 hospederos, los cuales incluyen especies de los géneros *Acer*, *Alnus*, *Castanea*, *Eucalyptus*, *Fagus*, *Larix*, *Liquidambar*, *Litchi*, *Malus*, *Ostrya*, *Picea*, *Pinus*, *Populus*, *Prunus*, *Pseudotsuga*, *Pyrus*, *Quercus*, *Rhus*, *Robinia*, *Salix*, *Tilia* y *Vaccinium* (PNUD México, 2019), lo que incrementa el potencial de establecimiento y dispersión de las subespecies en evaluación. En el presente documento se analizó la información científica y técnica sobre la biología, historia de introducción, rutas de introducción, impactos, potencial de establecimiento y colonización a nivel de especie, y cuando se encontró disponible la información a nivel de subespecie. La escasez de datos, debido a que no se ha realizado investigación sobre cada uno de estos aspectos, hasta el nivel taxonómico de subespecie, se considero en el grado de incertidumbre que se asigno a la calidad de información disponible, como parte de la evaluación.

“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.”

## Tabla de Contenido

1	Análisis de riesgo para <i>Lymantria dispar dispar</i> .....	5
2	Reporte de análisis de riesgo <i>Lymantria dispar dispar</i> .....	26
3	Análisis de riesgo para <i>Lymantria dispar asiatica</i> .....	34
4	Reporte de análisis de riesgo <i>Lymantria dispar asiatica</i> .....	56
5	Análisis de riesgo para <i>Lymantria dispar japonica</i> .....	63
6	Reporte de análisis de riesgo <i>Lymantria dispar japonica</i> .....	83

1. Consideraciones generales que se realizaron durante la realización del análisis de riesgo para cada especie evaluada.

La evidencia usada para contestar las preguntas se puede corroborar. Todas las respuestas están documentadas y se incluyen las referencias completas que fundamentan cada respuesta.

## 1 Análisis de riesgo para *Lymantria dispar dispar*

El protocolo de Análisis de Riesgo, fue planteado tomando en cuenta características específicas de la orden lepidóptera, el cual incluye 49 preguntas para evaluar el potencial de introducción, establecimiento, dispersión de la especie, grado de los impactos económicos, sociales, a la salud humana y al medio ambiente. Para cada respuesta se asignó un nivel de confianza (una medición de la certeza), donde “muy cierto”, corresponde al nivel más alto de confianza en la información documentada y va disminuyendo en función de la incertidumbre en dicha información a “mayormente cierto”, “mayormente incierto”, y “muy incierto” (CONABIO, 2019).

1. ¿La especie puede ser transportada accidentalmente desde otros países? (ya sea por medio de suelo, plantas o partes de plantas, medios de transporte, contenedores u otros).

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

La propagación a larga distancia de *Lymantria dispar dispar* de Asia y el Norte de África hacia otros países, incluyendo el área de análisis de riesgo 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 (Lovett *et al.*, 2016; Del-Val *et al.*, 2017). Así como a través del movimiento de productos maderables tanto vivos (follaje, plantas de vivero y árboles), como sin procesamiento (como es el caso de madera en rollo sin aserrar). La principal preocupación se enfoca en la posibilidad de que el huevecillo cubra el estado de diapausa (sobrevivir de 9 a 24 meses tolerando temperaturas y humedad extrema) en barcos o contenedores infestados en tránsito (procedentes de zonas con presencia de *Lymantria dispar dispar*) y cuando arriben a un puerto en un área donde no se encuentra la especie, y que presente condiciones climáticas apropiadas, los huevecillos eclosionen y las larvas o bien los adultos, logren dispersarse a zonas adecuadas para su establecimiento (Molet, 2012; SAG, 2015; Heit *et al.*, 2014; Paini *et al.*, 2018).

## 2. ¿La especie se ha naturalizado en sitios donde ha sido introducida?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar dispar*, fue introducida en América hace 130 años y se naturalizó en el noroeste de los Estados Unidos (GISD, 2015; ISC, 2015; Goldstein *et al.*, 2018) y este de Canadá, donde se considera como uno de los insectos invasores más importantes (Régniere, 2009). Actualmente esta subespecie se encuentra establecida en los estados de 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, Vermont, Virginia, Virginia Occidental y Wisconsin (USDA-APHIS, 2019) y en las provincias canadienses, de Ontario, Quebec, New Brunswick, Newfoundland, Isla del Príncipe Eduardo y Nueva Escocia (ISC, 2015; CABI, 2019; EPPO, 2019).

Mediante modelos de predicción, se estima que la proporción de bosques canadienses caducifolios en riesgo de ser dañados por la *Lymantria dispar dispar* pasará del 15 % a más del 75 % para 2050 (Régniere, 2009).

## 3. ¿La especie tiene subespecies invasoras?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

La especie *Lymantria dispar* tiene registro del comportamiento invasor de las subespecies *Lymantria dispar dispar* (Linnaeus), *Lymantria dispar asiatica* (Vnukovskij) y *Lymantria dispar japonica* (Motschulsky) (Pogue & Schaefer, 2007; GISD, 2015; Lovett *et al.*, 2016; Goldstein *et al.*, 2018).

## 4. ¿La tolerancia reproductiva de la especie es compatible con las condiciones climáticas del área donde se efectúa el análisis de riesgo (0-baja, 1-intermedia, 2-alta)?

Respuesta: Alta (2)

Certeza: Muy cierto

PNUD México (2019), muestra en su estudio sobre el Análisis de la idoneidad ambiental de *Lymantria dispar* en México, zonas de mayor idoneidad en México, identificadas a partir de sitios donde actualmente se encuentra presente la especie. Las zonas identificadas se encuentran 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. Estas zonas se muestran en el mapa de la Figura 1., también desarrollado por PNUD México, 2019.

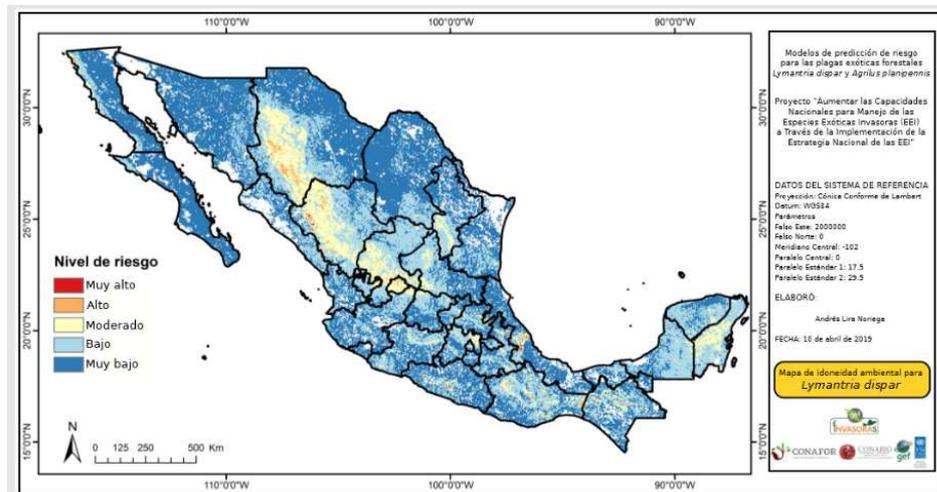


Figura 1. Mapa de riesgo cualitativo para *Lymantria dispar* identificando zonas con distinto grado de idoneidad climática en México. Donde 0 = Nulo, 1 = Muy Bajo, 2 = Bajo, 3 = Medio, 4 = Alto, 5 = Muy Alto. Fuente: PNUD México, 2019.

### 5. ¿Qué calidad tiene la información sobre compatibilidad climática (0-baja, 1-intermedia, 2-alta)?

Respuesta: Alta (2)  
 Certeza: Muy cierto

PNUD México (2019), elaboró un análisis multicriterio de la distribución de la idoneidad para *Lymantria dispar*, y así definir el riesgo de establecimiento. Los modelos del estudio fueron incluidos en los análisis multicriterio como coberturas complementarias de los sitios de alta idoneidad para la distribución de la especie. Todos los modelos se corrieron usando el programa Maxent. La mejor parametrización para cada modelo en Maxent se exploró utilizando el algoritmo kuenm (<https://github.com/marloncobos/kuenm>), el cual hace una búsqueda exhaustiva a partir de todas las parametrizaciones posibles en el algoritmo y los mejores modelos (desde una perspectiva estadística) son aquellos que se eligen para la calibración y transferencia. El desempeño de los modelos de nicho ecológico fueron evaluados usando la métrica de ROC parcial.

6. ¿La especie presenta amplia tolerancia climática (versatilidad ambiental)?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Se ha determinado que el factor que más contribuye a explicar los patrones de distribución actual de *L. dispar*, es la temperatura mínima anual (Heit *et al.*, 2014). Lo que está relacionado con la diapausa (tolerancia a temperaturas extremas), en los huevecillos. En el caso de los adultos, se ha observado que temperaturas extremadamente bajas (menores a 10 °C) o extremadamente altas (superiores a 30 °C) limitan su distribución y reproducción, así como un exceso de precipitación (Limbu *et al.*, 2017).

7. ¿La especie es nativa o se ha naturalizado en regiones con condiciones climáticas similares al área de la evaluación de riesgo?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

El estudio realizado por PNUD México (2019), identificó zonas de mayor idoneidad para *Lymantria dispar* en México. Esto representando las condiciones de 843 puntos correspondientes a la distribución nativa y exótica en todo el mundo, junto con sus límites de tolerancia climático. Derivado de la distribución potencial generada para esta especie en México, las zonas de menor idoneidad coinciden con climas extremos poco favorables para la especie, mientras que las zonas más aptas para su establecimiento, se ubican dentro de los límites de condiciones climáticas o de vegetación que más le favorecen. En función de lo anterior, en dicho estudio se identificó como zonas de mayor idoneidad 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 1).

8. ¿La especie tiene antecedentes de haber sido introducida fuera de su rango natural? ¿Éstas han sido exitosas?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

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

9. ¿La especie se ha naturalizado (establecido poblaciones viables) más allá de su rango nativo?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

El rango nativo de *Lymantria dispar dispar* abarca gran parte de Europa (SENASICA, 2019). El norte de África y se ha naturalizado más allá de este rango en el noreste de los Estados Unidos y sureste de Canadá (Liebhold *et al.*, 1992; Régniere, 2009, CABI, 2019; EPPO, 2019).

10. ¿En su área de naturalización, hay impactos a especies silvestres relacionadas o géneros similares, especies con nichos similares u otras especies?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Existe poca información sobre el impacto de la defoliación a gran escala causada por la *Lymantria dispar* en las poblaciones nativas de insectos y plantas herbáceas. Un estudio reciente mostró que la defoliación tuvo graves efectos negativos en un lepidóptero de importancia de la familia *Geometridae*, en el que se demostró estar protegida de los efectos adversos de la defoliación de *Lymantria dispar*, después de la aplicación de un biopesticida para mitigar los brotes de dicha especie. Aun así, persiste la preocupación de que la fumigación aérea de plaguicidas para el control o la erradicación de las poblaciones de esta plaga podría afectar negativamente a los lepidópteros nativos, lo que es de particular preocupación para las especies amenazadas y en peligro de extinción (CABI, 2019). Por otra parte, se han reportado impactos positivos en Norteamérica, donde la presencia de altas poblaciones de *L. dispar*, representa una fuente de alimento muy abundante para las especies nativas de aves (*Coccyzus erythrophthalmus* y *C. americanus*) de la familia *Cuculidae*. Esto propicia el incremento y la redistribución de esta especie nativa y a su vez, causa una redistribución de su efecto depredador. Otro efecto positivo derivado de la defoliación y la muerte de la sobrepoblación de árboles, es el crecimiento de arbustos lo que beneficia el anidamiento de especies de aves del sotobosque (GISD, 2015).

11. ¿En el área en donde se ha introducido se conocen impactos a alguna especie de importancia económica (agricultura, silvicultura, viveros, ornamental, ganadería, etc.)?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

La introducción de *L. dispar dispar* en Estados Unidos y Canadá ha cambiado la composición de los bosques al disminuir las especies de roble o encino (*Quercus* spp.), lo que llevó al aumento de especies menos deseables (USDA-FS, 1991; Wallner, 2000).

También ha causado impacto en los siguientes hospedantes considerados como especies preferidas: 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, 2012; GISD, 2015; ISC, 2015; USDA – APHIS, 2019; CABI, 2019; EPPO, 2019; SENASICA, 2019).

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 (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).

En México, las especies agrícolas de importancia económica que podrían verse amenazadas son árboles frutales como el nogal (*Juglans regia*), manzano (*Malus domestica*), durazno (*Prunus persica*), pera (*Pyrus* spp.), lichi (*Litchi chinensis*), arándano (*Vaccinium* spp.), pistacho (*Pistacia vera*), chabacano (*Prunus armeniaca*) y cerezo (*Prunus cerasus*). Estos hospedantes potenciales podrían contribuir al establecimiento de *Lymantria dispar*, considerando su superficie sembrada. En total representa una superficie de 226,618, hectáreas, con un valor de la producción alrededor de 21,769 millones de pesos (SIAP, 2017; SENASICA, 2019).

En un estudio reciente PNUD México, 2019, señala las siguientes 10 especies de hospedantes para *Lymantria dispar* con mayor valor de riesgo promedio presentes en México, 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*), píceas (*Picea engelmannii*), ciruelo europeo (*Prunus domestica*) y arce negundo (*Acer negundo*).

12. ¿En el área en donde se ha introducido se conocen impactos a ecosistemas, servicios ecosistémicos u otro tipo de valores ambientales?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

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).

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 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).

13. ¿La especie tiene congéneres invasores?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

El género *Lymantria* Hübner [1819] contiene algunas de las plagas forestales más destructivas del mundo. Las posibles especies invasoras de *Lymantria* de Asia

templada y subtropical son una amenaza para los bosques de Norte América. Pogue & Schaefer (2007), reportan alrededor de 31 especies de *Lymantria* que podrían ocasionar graves daños a los bosques nativos y pérdidas económicas. Las especies son: *Lymantria umbrosa* (Butler), *Lymantria obfuscata* (Walker), *Lymantria albescens* (Hori & Umeno), *Lymantria postalba* (Inoe), *Lymantria apicebrunnea* (Gaede), *Lymantria brunneoloma* (Pogue & Shaefer), *Lymantria xyliina* (Swinhoe), *Lymantria detersa* (Walker), *Lymantria lunata* (Stoll), *Lymantria brotea* (Stoll), *Lymantria monacha* (Linnaeus), *Lymantria pulvereana* (Pogue & Shaefer), *Lymantria minomonis* (Matsumura), *Lymantria concolor* (Walker), *Lymantria umbrifera* (Wileman), *Lymantria dissoluta* (Swinhoe), *Lymantria sinica* (Moore), *Lymantria lucescens* (Butler), *Lymantria marginata* (Walker), *Lymantria atemeles* (Collenette), *Lymantria mathura* (Moore), *Lymantria flavida* (Pogue & Shaefer), *Lymantria grisea* (Moore), *Lymantria fumida* (Butler), *Lymantria serva* (Fabricius), *Lymantria laszloronkayi* (Schintlmeister), *Lymantria iris* (Strand), *Lymantria bantaizana* (Matsumura) y *Lymantria albolunata* (Moore). Y tres subespecies: *Lymantria dispar dispar* (Linnaeus), *Lymantria dispar asiatica* (Vnukovskij) y *Lymantria dispar japonica* (Motschulsky).

14. ¿Esta especie puede causar alergia o representa un riesgo para la salud humana?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

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

15. ¿La especie es capaz de afectar especies nativas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se tienen reportes de la capacidad de *Lymantria dispar dispar* para afectar especies nativas.

16. ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se tienen reportes de que *Lymantria dispar dispar* actué como parásito de otras especies.

17. ¿La especie tiene un sabor desagradable para los depredadores naturales o carece de depredadores naturales?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

Se encontró evidencia de que cuenta con depredadores, entre estos se señalan aves, pequeños mamíferos (por ejemplo, ratones y musarañas) e invertebrados (por ejemplo, los escarabajos *Calosoma sycophanta* (carábido) y algunos dermestidos), los cuales son factores de mortalidad importante de *Lymantria dispar* especialmente a baja densidad de población. La variación espacial y temporal de los depredadores está estrechamente relacionada con la aparición de brotes de *Lymantria dispar* (Ruíz, s/a; CABI, 2019).

18. ¿La especie se alimenta de especies nativas (por ejemplo, una que antes no tenía depredadores o un nivel de depredación muy bajo)?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

*Lymantria dispar dispar* es un voraz defoliador en su estadio de larva, en su estadio de adulto no se alimenta ya que carece de aparato bucal. No reporta hábitos depredadores sobre otras especies de insectos.

19. ¿La especie es hospedero y/o vector de patógenos o plagas reconocidos?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

*Lymantria dispar dispar* no se reporta como hospedero o vector de patógenos o plagas (Molet, 2012; SENASICA, 2019).

20. ¿La especie, al menos en uno de sus estadios, ha desarrollado mecanismos de supervivencia que potencialicen su establecimiento y efectos adversos?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

La diapausa es un importante mecanismo de adaptación que permite la supervivencia ante condiciones desfavorables, principalmente de temperatura. En el caso de *Lymantria dispar* la diapausa se presenta en el estadio de huevecillo, lo que le permite sobrevivir durante el invierno, incluso bajo nieve y mantenerse viables de 9 a 24 meses. En primavera eclosionan, cuando las condiciones de temperatura le son favorables (Molet, 2012; GISD, 2015; SAG, 2015; CABI, 2019; EPPO, 2019; SENASICA, 2019).

## 21. ¿La especie es versátil en relación a la utilización de hábitat?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Es una subespecie que se desarrolla en hábitat como bosques caducifolios en áreas urbanas y suburbanas, así como plantaciones de árboles frutales (Cibrian *et al.*, 2009; Molet, 2012). Incluso en las Islas de Menorca en España, se ha encontrado en la playa (Closa & Núñez, 2009). Estos hábitats están estrechamente relacionados con la presencia de especies hospedantes. En este sentido, PNUD México (2019), identificó 45 especies de importancia forestal y agrícola que se encuentran distribuidos 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*), píceas (*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*).

Se han realizado estudios para estimar la distribución potencial de *Lymantria dispar*, con base de las condiciones climáticas, uno de ellos para la región de Sudamérica, donde se determinó que *L. dispar* podría establecerse en los bosques andinos desde el norte de Argentina, hasta Venezuela, la mata atlántica brasileña, áreas costeras litorales de Uruguay y Argentina y el área mediterránea del centro y sur de Chile (Heit *et al.*, 2014).

## 22. ¿La especie tiene flexibilidad en los hábitos de los diferentes estados biológicos (huevecillo, larva, pupa y adulto) y pueden ocupar diversos microhábitats?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Las hembras ovipositan en masas las cuales son fuertemente adheridas a la corteza de troncos y ramas del hospedante, 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. La larva de primer instar puede ser transportada con ayuda del viento hacia diferentes hospederos (Duvall, 2006; Cibrian *et al.*, 2009; ISC, 2015). Al emerger la hembra

adulta se sitúa en un lugar elevado, generalmente el tronco del árbol, la hembra de la subespecie *Lymantria dispar dispar* no puede volar, por lo que ahí comienza a liberar una feromona para atraer al macho. Las poblaciones de adultos permanecen entre el follaje y la hojarasca (Molet, 2012; CABI, 2019).

### 23. ¿El taxón tolera velocidad del viento en algún estadio de su ciclo de vida?

Respuesta: Sí

Certeza: Mayormente cierto

La larva se dispersa a lo largo de importantes superficies boscosas mediante un comportamiento conocido como “ballooning”, es decir, larvas recién eclosionadas hasta el segundo instar, 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).

### 24. ¿El hábito gregario de las larvas, deriva en una alimentación continua que defolia y daña a las especies hospedantes, incluso exponiéndolo a afectaciones secundarias?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar* presenta un hábito gregario en el estado larval, en altas densidades de población, al alimentarse del follaje de la corona de los árboles, ocasiona defoliaciones sostenidas generalmente por 2 o 3 años, causando estrés fisiológico, incluyendo reducción en crecimiento y estrés energético por la disminución en la fotosíntesis e incluso propiciar la muerte del hospedante (GISD, 2015; CABI, 2019). El periodo de alimentación es de aproximadamente seis a ocho semanas, durante el cual consume aproximadamente 1 m<sup>2</sup> de follaje (Duvall, 2006; Plant Health Australia, 2009). Asimismo, en un efecto secundario, sucede la muerte de la corteza y ramas, debido a que la defoliación causa el adelgazamiento del dosel, lo que debilita a los árboles y puede conducir a una mortalidad acelerada bajo condiciones de estrés por sequía u otros factores abióticos o debido a ataques de otras plagas y enfermedades (Junta de Andalucía, s/a; Duvall, 2006; CABI, 2019).

### 25. ¿La especie requiere un tamaño de población mínimo para mantener poblaciones viables?

Respuesta: Sí

Certeza: Mayormente cierto

El tamaño real de la población requerida para el establecimiento de *Lymantria dispar* es incierto. Si bien, como regla general, se considera que cuanto mayor es el tamaño de la población fundadora, mayor es la probabilidad de establecimiento, es poco probable que haya un umbral preciso por encima del cual el establecimiento es seguro y por debajo del cual es imposible (MAF, 2008).

Se ha documentado que la población fundadora de *Lymantria dispar dispar* consistió en solo algunas pocas masas de huevecillos que probablemente se recolectaron de una sola población en Francia o en Alemania. El número de individuos que escaparon del cautiverio, fue muy reducido, incluso Trouvelot (quién introdujo la especie a Estados Unidos) trató de buscar estadíos vivos y destruirlos para limitar el éxito del establecimiento (Tobin *et al.*, 2009). Desde entonces la invasión de Norteamérica no se ha visto disminuida. En un estudio se analizaron 192 colonias de *Lymantria dispar dispar* que se detectaron entre 1974 y 1996 en el estado de Washington, en Estados Unidos, de las cuales 162 se extinguieron sin ninguna intervención de manejo, y 123 de ellas se extinguieron 1 año después de la detección inicial. De este análisis se concluyó, que las colonias que no pudieron establecerse eran extremadamente pequeñas en densidad inicial, mientras que aquellas colonias de las cuales se detectaron 7 adultos macho o más por trampa, casi siempre se establecieron (Tobin *et al.*, 2009).

En otros datos para el establecimiento de colonias de *Lymantria dispar dispar* en los Estados Unidos, se ha mostrado que una colonia con 107 machos adultos, 59 tenía una probabilidad de establecimiento del 50 por ciento, y la probabilidad de establecimiento aumentaba para colonias más grandes y disminuía para colonias más pequeñas. Sin embargo, esta información no impide el establecimiento de una pequeña población fundadora, solo significa que la probabilidad es menor (MAF, 2008).

26. ¿Presenta un amplio rango de hospedantes, de varias familias taxonómicas presentes en el área del AR?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Las especies hospedantes presentes en México, se reportan dentro de los siguientes 31 Géneros y 19 Familias Taxonómicas.

Género	Familia	Referencia bibliográfica
<i>Fraxinus</i>	Oleaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Lygustrum</i>	Oleaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.

<i>Populus</i>	Salicaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; PNUD México, 2019.
<i>Salix</i>	Salicaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Ulmus</i>	Ulmaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Malus</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; PNUD México, 2019; SENASICA, 2019.
<i>Pyrus</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; PNUD México, 2019; SENASICA, 2019.
<i>Prunus</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; SENASICA, 2019; PNUD México, 2019.
<i>Pyracantha</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Platanus</i>	Platanaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Liquidambar</i>	Altingiaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Cupressus</i>	Cupressaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Juniperus</i>	Cupressaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Acer</i>	Sapindaceae	PNUD México, 2019.
<i>Alnus</i>	Betulaceae	PNUD México, 2019.
<i>Ostrya</i>	Betulaceae	PNUD México, 2019.
<i>Castanea</i>	Fagaceae	PNUD México, 2019.
<i>Fagus</i>	Fagaceae	PNUD México, 2019.
<i>Quercus</i>	Fagaceae	PNUD México, 2019.
<i>Eucalyptus</i>	Myrtaceae	PNUD México, 2019.
<i>Litchi</i>	Sapindaceae	PNUD México, 2019; SENASICA, 2019.
<i>Larix</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019.
<i>Picea</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019.
<i>Pinus</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019.
<i>Pseudotsuga</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019.
<i>Rhus</i>	Anacardiaceae	PNUD México, 2019.
<i>Pistacea</i>	Anacardiaceae	PNUD México, 2019; SENASICA, 2019.
<i>Robinia</i>	Fabaceae	PNUD México, 2019.
<i>Tilia</i>	Malvaceae	PNUD México, 2019.
<i>Vaccinium</i>	Ericaceae	PNUD México, 2019; SENASICA, 2019.
<i>Juglans</i>	Juglandaceae	SENASICA, 2019.

27. ¿Los hábitos alimenticios, o de otro tipo, de esta especie, reducen la calidad de hábitat para especies nativas?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Debido al hábito alimenticio de la larva, el cual ocasiona la defoliación de los árboles, la diversidad natural y la composición de especies de insectos, pájaros y otros animales nativos pueden verse alteradas durante los brotes de *Lymantria dispar dispar*, debido a la reducción de refugios para sobrevivir, reducción de suministro de alimentos y otros beneficios proporcionados por los árboles hospedantes (GISD, 2015).

#### 28. ¿La especie es capaz de hibridizar de manera natural con especies nativas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se reporta que *Lymantria dispar dispar*, sea capaz de hibridizar de manera natural con especies nativas.

#### 29. ¿La especie es polivoltina, o existen evidencias de que puede pasar de univoltina a polivoltina cuando encuentra condiciones ambientales favorables?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

El ciclo de vida de *Lymantria dispar dispar*, presenta un ciclo univoltino, es decir, presenta una única generación al año bajo las condiciones ambientales en Euroasía y Norteamérica (USDA- APHIS, 2019; GISD, 2015; CABI, 2019).

#### 30. ¿La especie depende de la presencia de otras especies (o características específicas de hábitat) para completar su ciclo biológico?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

El hábitat de *Lymantria dispar* son bosques naturales, artificiales, zonas urbana y suburbanas con disponibilidad de hospedantes adecuados para completar su ciclo biológico. Estos hábitats están estrechamente relacionados con la presencia de especies hospedantes. En este sentido, PNUD México (2019), identificó 45 especies de importancia forestal y agrícola que se encuentran distribuidos 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*), píceas (*Picea engelmannii*), ciruelo europeo (*Prunus domestica*) y arce negundo (*Acer negundo*). Adicionalmente SENASICA, 2019, reporta el nogal (*Juglans regia*), manzano (*Malus domestica*),

durazno (*Prunus pérsica*), pera (*Pyrus spp.*), lichi (*Litchi chinensis*), pistacho (*Pistacia vera*), chabacano (*Prunus armeniaca*) y cerezo (*Prunus cerasus*).

Algunos autores discuten la posibilidad de que la posición geográfica, junto con la defoliación causada por la alimentación de las larvas de *L. dispar*, y otros factores ecológicos (ej. altitud, velocidad del viento y dirección, densidad poblacional, densidad de los estratos arbolados, y mosaico de vegetación) puedan influir en el desarrollo del ciclo del insecto (Ibáñez *et al.*, 2007).

31. ¿El rango de fecundidad de la especie es más alto en relación a especies similares?

Respuesta: No

Certeza: Mayormente cierto

*Lymantria dispar dispar* tiene un rango de oviposición entre 100 y 1000 huevecillos. El rango de fecundidad y oviposición para otras especies del mismo género es cercano (Pogue & Schaefer, 2007).

32. ¿La reproducción en esta especie es estacional?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Los adultos de *Lymantria dispar* emergen en un periodo de 10 a 14 días posterior a la pupa, durante el verano, de finales de junio a agosto, observándose los picos más altos de emergencia a mediados de julio (Hoover, 2000). Durante este estadio de adulto se da el periodo de reproducción. Los machos emergen de 1 a 2 días antes que las hembras y una vez que estas emergen inicia el apareamiento. Ambos adultos mueren después de que las hembras ovipositan entre julio - septiembre (McManus *et al.*, 1989).

33. ¿La especie presenta una alta tasa reproductiva?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Una hembra de *Lymantria dispar* puede ovipositar entre 100 y 1000 huevecillos en su vida (Molet, 2012; ISC, 2015). Lo que se considera una alta tasa reproductiva (SAG, 2015; Martínez *et al.*, 2017; SENASICA, 2019).

34. ¿En esta especie la reproducción sexual ocurre para proliferar la población?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Al emerger los adultos de *Lymantria dispar* son sexualmente maduros, la hembra emite una feromona para atraer al macho y ocurra el apareamiento e iniciar inmediatamente con la oviposición lo que permite proliferar la población (Ibáñez *et al.*, 2007; GISD, 2015).

35. ¿La especie tiene una amplia capacidad de dispersión (espacialmente o en términos de preferencias de hábitat) en su área de distribución natural?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar dispar* se ha dispersado en áreas forestales de bosques naturales y artificiales, zonas urbanas y suburbanas, por lo que tiene una amplia dispersión en su hábitat de distribución natural que comprende el continente europeo, Norte de África (Marruecos y Argelia) y la región oeste de Asia (Cibrian *et al.*, 2009; Molet, 2012).

36. ¿Hay estadios del ciclo que puedan dispersarse al área de interés de manera accidental o no intencional?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar dispar*, se puede dispersar a distancias significativas en dos de sus estadios. En estado adulto, los machos tienen capacidad de vuelo por lo que podría dispersarse de manera no intencional; mientras que las hembras presentan una capacidad de vuelo muy limitada en algunos casos se señala sin capacidad de vuelo lo que limita su dispersión (Molet, 2012; SENASICA, 2019). El otro estadio corresponde a las larvas de primer instar que emergen de las oviposiciones de *L. dispar dispar*, éstas pueden ser transportadas por el viento a distancias mayores a 2 km, favorecidas por la formación de hilos de seda. Este mecanismo de dispersión posee impacto en el desplazamiento a cortas distancias (Cibrian *et al.*, 2009; Heit *et al.*, 2014; USDA-FS, 2017).

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, cualquiera de estos estadios del ciclo de *Lymantria dispar* (Heit *et al.*, 2014). Por lo que este escenario podría presentarse en el área de análisis de riesgo.

37. ¿Hay estadios del ciclo que puedan dispersarse de manera intencional por intervención humana (y hábitats adecuados disponibles en la cercanía)?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Larvas de la subespecie *Lymantria dispar dispar* fueron introducidas en forma intencional a los Estados Unidos con el propósito de experimentar en la producción de seda por Etienne Léopold Trouvelot. Quien mantuvo el pie de cría en el traspatio de su casa, cubierto por una red, debido a los fuertes vientos durante una tormenta la red se rompió y la especie escapó de las condiciones de confinamiento, logrando establecerse en áreas boscosas en Massachusetts en 1869 (Tobin *et al.*, 2009; SAG, 2015).

### 38. ¿Hay estadíos del ciclo que puedan dispersarse como contaminante de productos, materias primas o medios de transporte?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto.

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 nuevas áreas, la constituye el transporte inadvertido de masas de huevecillos viables adheridos a las cubiertas de barcos y contenedores que participan en el comercio internacional y de esta forma puede dispersarse al área de análisis de riesgo (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, tarimas entre otros (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, 2012; GISD, 2015).

### 39. ¿La dispersión de la especie depende de la densidad?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

Desde su introducción a los Estados Unidos, en densidades de población muy bajas, *Lymantria dispar dispar* se ha extendido 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. La dinámica de las poblaciones establecidas de *Lymantria dispar dispar* parece estar gobernada por varios factores y ciclos entre densidades bajas y altas (Tobin *et al.*, 2009). 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 a 2000. Estos cambios también pueden estar relacionados con las diferencias en 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. 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).

#### 40. ¿La especie tiene un amplio rango de tolerancia de temperatura y régimen de humedad?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

El huevecillo presenta un periodo de diapausa obligatoria, el cual le permite sobrevivir tolerando temperatura (incluso bajo cero) y humedad extrema (GISD, 2015). Se ha observado que cuando los huevecillos son expuestos a periodos prolongados de frío su eclosión es de una manera más sincronizada. Los días grado necesarios para la transición de huevecillo a larva a una temperatura diaria promedio de 10°C es de 27.5 días (MAF, 2008). La temperatura tiene un peso importante en el patrón de emergencia de las larvas; la tasa de desarrollo larval óptima es a los 29°C, mientras que experimentaron problemas durante el proceso de muda a la temperatura más alta de 30°C y más baja de 10 °C. La temperatura también tiene una fuerte influencia en el tiempo de pupación, el promedio se considera 27 días a 20°C para las hembras y 28.5 días para los machos. En cuanto a los adultos, en las hembras se señala una reducción significativa en la fecundidad y fertilidad a una temperatura de 30°C. Lo anterior, sugiere que el desarrollo y sobrevivencia de la especie en estado adulto, puede ser limitada por las temperaturas extremas (Limbu *et al.*, 2017; SENASICA, 2019).

#### 41. ¿Esta especie se ha utilizado en control biológico fuera de su área de distribución natural?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente incierto

No se cuenta con reportes de que la subespecie se ha utilizado en control biológico.

42. ¿La dispersión de la especie es favorecida en zonas urbanas, agrícolas y silvícolas?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Se tienen reportes de que *L. dispar* ha afectado arbolado en zonas urbanas, suburbanas, plantaciones de árboles frutales en el área agrícola y bosques (Cibrian *et al.*, 2009; PNUD México, 2019; SENASICA, 2019).

43. ¿La especie puede ser transportada de manera accidental a la proximidad de áreas naturales protegidas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

La movilización hacia el interior del país de productos infestados con masas de huevecillos de *Lymantria dispar*, en forma inadvertida podría ser una vía para ser transportada a la proximidad de áreas naturales protegidas. Se ha observado que, al interior de Estados Unidos y Canadá, la movilización interna de productos infestados es un factor crítico, por lo que se regula la movilización de productos de zonas infestadas (cuarentenadas) a zonas no infestadas, para reducir el riesgo de la dispersión (ISC, 2015).

44. ¿Puede esta especie resistir el cambio de un lugar a otro sin que sus capacidades alimenticias y reproductivas se vean afectadas?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Ha logrado resistir el cambio de Eurasia a Norteamérica principalmente por su hábito polífago, la larva puede alimentarse en un amplio rango de hospedantes, alrededor de 300 especies, distribuidas en bosques y zonas urbanas. Y ha mantenido sus capacidades reproductivas dando paso a nuevas generaciones en Estados Unidos y Canadá (Molet, 2012; GISD, 2015).

45. ¿Se ha reportado la presencia de enemigos naturales eficientes de la especie en el área donde se efectúa el análisis de riesgo?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente incierto

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). Asimismo, el hongo entomopatógeno *Entomophaga maimaigi*, que causa mortalidad en larvas y pupas de *Lymantria dispar* en Europa y Asia, fue introducido a Estados Unidos y Canadá (Georgiev *et al.*, 2019). No se encontraron reportes con suficiente sustento que respalde la presencia de estos enemigos naturales en el área de análisis de riesgo.

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*, 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.

#### 46. ¿La especie tolera o se beneficia de la perturbación ambiental?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar* tolera la perturbación ambiental, ya que presenta una periodicidad cíclica en su dinámica de población, la cual ha quedado constatada a escala europea (Junta de Andalucía, s/a). En Estados Unidos y Canadá, también se ha observado este comportamiento (USDA-FS, 2017). Este ciclo dura aproximadamente diez años en los que durante los primeros siete años pasa de la fase inofensiva a la fase perjudicial y se suponen otros tres años más de persistencia como plaga. Las causas de esta fluctuación están en relación con el comportamiento del complejo de predadores y parásitos asociados, con el tipo y calidad de alimentación y con factores ambientales existente. Después de esta fase las poblaciones de *Lymantria dispar* pueden permanecer en índices bajos e incluso imperceptibles por el siguiente ciclo de diez

años antes de producirse nuevas infestaciones (Junta de Andalucía, s/a; USDA-FS, 2017).

47. ¿Esta especie tolera o ha desarrollado resistencia a algunos insecticidas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se reporta desarrollo de tolerancia o resistencia a algunos insecticidas.

48. ¿Esta especie tolera un espectro más amplio de variables ambientales (humedad, altitud, temperatura, niveles de contaminación ambiental, en adición de otros factores como resistencia a insecticidas y perturbación ambiental) que las especies nativas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente incierto

No se encontraron reportes que evidencien que *Lymantria dispar dispar* tolera un espectro más amplio de variables ambientales, que las especies nativas.

49. ¿Esta especie presenta escasa diversidad genética (variantes alélicas) de sus poblaciones que permitan tolerar factores ambientales, químicos o de comportamiento más amplio?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

En investigaciones realizadas sobre diferentes poblaciones de *Lymantria dispar* de diferentes partes de China, sobre el grado de polimorfismo, diversidad genética y estructura genética, sugieren que individuos de Hebei (uno de los lugares de muestro en China), podría adaptarse mejor a diferentes entornos y dispersarse a nuevos hábitats (Chen *et al.*, 2013).

## 2 Reporte de análisis de riesgo *Lymantria dispar dispar*

Puntuación numérica. La mayoría de las respuestas son trasladadas a una puntuación numérica, con valores positivos (1 o 2) asignados para reflejar un riesgo elevado, el valor cero para reflejar riesgo intermedio y un valor negativo (-1) dado para reflejar riesgo bajo o insignificante. Las secciones de “clima”, la comparación climática se basa en un sistema aprobado como Climex, GARP, entre otras. Si no está disponible, a continuación, asignar la puntuación máxima (2). La calidad es una estimación de la exhaustividad con que se utilizan los datos para generar el análisis del clima. Si no está disponible, entonces la puntuación mínima (0) debe ser asignado. Se debe tomar en cuenta; temperatura, presión atmosférica, viento, humedad y lluvia. A partir de las respuestas calibradas de acuerdo al diseño de la herramienta ISK (CONABIO, 2019), se calcula una puntuación numérica usando los niveles umbrales siguientes:

Aceptado : < 0= bajo riesgo

Evaluado : 1-18 = riesgo medio

Rechazado: ≥ 19 = alto riesgo

Mediante la herramienta de evaluación ISK, se obtuvo el siguiente resultado:  
**Especie de alto riesgo: 34 puntos.**

Resultado	Rechazar
<b>Puntuación</b>	<b>34</b>
<b>Biogeografía</b>	20
<b>Bloques de puntuación Atributos no deseados</b>	5
<b>Biología/ecología</b>	9
<b>Biogeografía</b>	10
<b>Preguntas contestadas Atributos no deseados</b>	7
<b>Biología/ ecología</b>	17
<b>Total</b>	<b>34</b>
<b>Sistemas Forestales, agrícolas y zonas urbanas</b>	21
<b>Medio ambiente</b>	26
<b>Nociva</b>	3
<b>Total de preguntas</b>	49

## Conclusión:

De acuerdo al resultado obtenido del análisis realizado, la Palomilla Gitana Europea *Lymantria dispar dispar* es una especie exótica invasora de alto riesgo, que podría encontrar condiciones climáticas y de hospedantes propicias en México y convertirse en una plaga de importancia en ecosistemas forestales y agrícolas del país.

Aún cuando la capacidad de esta especie para dispersarse por medios propios a largas distancias es reducida, la presencia de la plaga en el sureste de Canadá y noreste de los Estados Unidos de América, así como el importante comercio de productos forestales y agrícolas y el flujo de personas de esos países a México, la convierten en especie con alto riesgo de introducción.

La presencia de la especie en México, puede provocar importantes efectos negativos en el comercio internacional con países que se encuentran libres, ya que se tendría que cumplir con reglamentaciones de certificación adicionales tanto para la exportación de productos susceptibles de ser afectados, como para los transportes marítimos que los trasladen.

## Referencias bibliográficas

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. En línea: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/16188667>. Fecha de consulta: abril 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/downloads/Joint-AGM-bulletin-USDA-CFIA.pdf](https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/gypsy_moth/downloads/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.

Chen, F., Shi, J., Luo, Y., Sun, S. & Pu, M. 2013. Genetic characterization of the gypsy moth from China (Lepidoptera, Lymantriidae) using inter simple sequence repeats markers. *PLoS ONE* 8(8): e73017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073017>.

Cibrian, T. D., Burke, R. A., Cibrian, 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.

Closa, S. A. & Núñez, V. L. 2009. La plaga de la lagarta peluda *Lymantria dispar* L (Lep.:Lymantridae) en la isla de Menorca (2003-2009). Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient. Direcció General de Medi Forestal i Protecció d' Espécies. 14pp.

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 para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2019. Herramienta de identificación de riesgos para especies exóticas de peces (FISK). En línea: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/FISK.html>. Fecha de consulta: junio 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](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.

Coop, G. H., Garthwaite, R. & Gonzlan, R. E. 2005. Risk identification and assessment of non- native fieshwater fishes: concepts and perspectives on protocols for the UK. En: Cefas Science Technical Report (Ed. Por Cefas). Lowestoft, UK: Cefas. 129 pp.

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.

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.

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

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.

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.

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

Ibáñez, J. A., Soto, M., Martínez, G. E. & Pérez-Laorga, A. 2007. Distribución y abundancia de *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Lymantriidae) en las principales masas de carrasca *Quercus ilex* (L.) subsp. *rotundifolia* (Lam.) y alcornoque *Quercus suber* (L.) de la Comunitat Valenciana. *Bol. San. Veg. Plagas*. 33: 491-502.

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

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.

Junta de Andalucía. 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. En línea: [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/web/temas\\_ambientales/montes/sanidad\\_forestal/planes\\_lucha\\_integrada/pli\\_lagarta\\_peluda.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/montes/sanidad_forestal/planes_lucha_integrada/pli_lagarta_peluda.pdf). Fecha de consulta julio de 2019. 44 pp.

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., Mastro, V. & Schaefer, P.W. 1989. Learning from the legacy of Léopold Trouvelot. *Bulletin of the Entomological Society of America*. 35:20–22.

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.

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>. Fecha de consulta: junio 2019.

Lovett, G. M., Welss, M., Liebhold, M. A., Holmes P. T., Leung, B., Lambert, F. K., Orwig, A. D., Cambell, T. F., Rosenthal, J., McCullough, G. D., Wildova, R., Ayres, P. M., Canham, 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):1–19. DOI 10.1890/15-1176.1.

Martínez, J. G. N., Delgadillo, V. I., Hernández-Rivero, R., López, B. J. A., González, G. R. 2017. Estrategias de detección para palomilla gitana asiática (*Lymantria dispar asiatica*) (Lepidoptera: Lymantriidae) y gorgojo khapra *Trogoderma granarium* (everts) (Coleoptera: Dermestidae). *Entomología mexicana*. 4: 390–395.

McManus, M., Schneeberger, N., Reardor, R. & Mason, G. 1989. Forest insect and disease: gypsy moth. Washigton, D.C. United Stated 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. 2012. CPHST Pest Datasheet for *Lymantria dispar asiatica*. USDA – APHIS - PPQ - CPHST. Ultima actualización: febrero 4 de 2014.

North American Plant Protection Organization (NAPPO). 2015. Steve Munson. Entomologist/Group Leader. United States Department of Agriculture (USDA). Forest Service (FS). Forest Health Protection. Workshop: Asian Gypsy Moth. November 16-20.

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.

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-moth-CP-2009.pdf>. Fecha de consulta: Junio de 2019.

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.

PNUD México (Programa de las naciones unidas para el desarrollo). 2017. Análisis de riesgo completo de cuatro especies de hormigas con potencial invasor en México: *Linepithema humile*, *Nylanderia fulva*, *Solenopsis invicta* y *Pheidole megacephala*. Informe entregado a la CONABIO y al PNUD en el marco del proyecto GEF 083999 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. RosasMejía, M. & M., Janda. ENES, UNAM, Morelia, Michoacán, México. 92 pp. + 1 Anexo.

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.

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

Ruíz, N. J. M. s/a. Gestión integrada y control biológico de plagas. Ecosistema de dehesa: desarrollo de políticas y herramientas para la gestión y conservación de la biodiversidad. Life II/BIO/ES/000726. Agencia de Medio Ambiente y Agua. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. España.

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](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). 2019. Palomilla gitana asiática (*Lymantria dispar*) Linnaeus 1758. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la colaboración del Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria (LaNREF) Cd. De México. Última actualización: enero de 2019. Ficha técnica No. 65. 19p.

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.

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/](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). 2019. [https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/plant-pest-and-disease-programs/pests-and-diseases/gypsy-moth/ct\\_gypsy\\_moth](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.

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

### 3 Análisis de riesgo para *Lymantria dispar asiatica*

El protocolo de Análisis de Riesgo, fue planteado tomando en cuenta características específicas de la orden lepidóptera, el cual incluye 49 preguntas para evaluar el potencial de introducción, establecimiento, dispersión de la especie, grado de los impactos económicos, sociales, a la salud humana y al medio ambiente. Para cada respuesta se asignó un nivel de confianza (una medición de la certeza), donde “muy cierto”, corresponde al nivel más alto de confianza, en función de la información documentada y va disminuyendo en función de la incertidumbre en dicha información a “mayormente cierto”, “mayormente incierto”, y “muy incierto” (CONABIO, 2019). En este sentido la ecología de *Lymantria dispar asiatica* está poco caracterizada comparada con *Lymantria dispar dispar* (Sasaki et al., 2016).

1. ¿ La especie puede ser transportada accidentalmente desde otros países? (ya sea por medio de suelo, plantas o partes de plantas, medios de transporte, contenedores u otros?)

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

La propagación a larga distancia de *Lymantria dispar asiatica* de Asia, de las áreas donde está presente corresponden al extremo oriental, tales como la Federación Rusa, Taiwán, China, Corea del sur, Corea del Norte y Japón, 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). 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).

*L. dispar asiatica*, puede ser transportada a través del movimiento de productos maderables tanto vivos (follaje, plantas de vivero y árboles), como sin procesamiento (como es el caso de madera en rollo sin aserrar. La principal preocupación se enfoca en la posibilidad de que el huevecillo cubra el estado de diapausa (sobrevivir de 9 a 24 meses tolerando temperaturas y humedad extrema) en barcos o contenedores infestados en tránsito (procedentes de zonas con presencia de *Lymantria dispar asiatica*) y cuando arriben a un puerto que presente condiciones climáticas apropiadas, los huevecillos eclosionen y las larvas o bien los

adultos, posteriormente logren dispersarse a zonas adecuadas para su establecimiento (Molet, 2012; SAG, 2015; Heit *et al.*, 2014; Painsi *et al.*, 2018).

## 2. ¿La especie se ha naturalizado en sitios donde ha sido introducida?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar asiatica*, ha sido accidentalmente introducida en varios estados de Estados Unidos, entre ellos Carolina del Norte en 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, 2012). 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).

## 3. ¿La especie tiene subespecies invasoras?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

La especie *Lymantria dispar* tiene registro del comportamiento invasor de las subespecies *Lymantria dispar dispar* (Linnaeus), *Lymantria dispar asiatica* (Vnukovskij) y *Lymantria dispar japonica* (Motschulsky) (Pogue & Schaefer, 2007; GISD, 2015; Lovett *et al.*, 2016; Goldstein *et al.*, 2018).

## 4. ¿La tolerancia reproductiva de la especie es compatible con las condiciones climáticas del área donde se efectúa el análisis de riesgo (0-baja, 1-intermedia, 2-alta)?

Respuesta: Alta (2)

Certeza: Muy cierto

PNUD México (2019), muestra en su estudio sobre el Análisis de la idoneidad ambiental de *Lymantria dispar* en México, zonas de mayor idoneidad en México, identificadas a partir de sitios donde actualmente se encuentra presente la especie. Las zonas identificadas se encuentran 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. Estas zonas se muestran en el mapa de la Figura 1., también desarrollado por PNUD México, 2019.

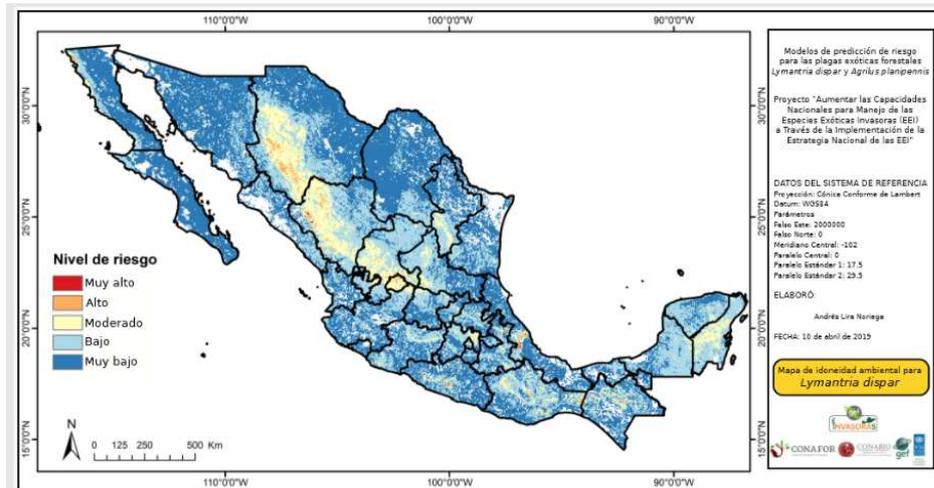


Figura 1. Mapa de riesgo cualitativo para *Lymantria dispar* identificando zonas con distinto grado de idoneidad climática. Donde 0 = Nulo, 1 = Muy Bajo, 2 = Bajo, 3 = Medio, 4 = Alto, 5 = Muy Alto. Fuente: PNUD México, 2019.

5. ¿Qué calidad tiene la información sobre compatibilidad climática (0-baja, 1-intermedia, 2-alta)?

Respuesta: Alta (2)  
 Certeza: Muy cierto

PNUD México, (2019) elaboró un análisis multicriterio de la distribución de la idoneidad para *Lymantria dispar*, y así definir el riesgo de establecimiento. Los modelos del estudio fueron incluidos en los análisis multicriterio como coberturas complementarias de los sitios de alta idoneidad para la distribución de la especie. Todos los modelos se corrieron usando el programa Maxent. La mejor parametrización para cada modelo en Maxent se exploró utilizando el algoritmo kuenm (<https://github.com/marloncobos/kuenm>), el cual hace una búsqueda exhaustiva a partir de todas las parametrizaciones posibles en el algoritmo y los mejores modelos (desde una perspectiva estadística) son aquellos que se eligen para la calibración y transferencia. El desempeño de los modelos de nicho ecológico se evaluó usando la métrica de ROC parcial.

6. ¿La especie presenta amplia tolerancia climática (versatilidad ambiental)?

Respuesta: Sí  
 Certeza: Muy cierto

Se ha determinado que el factor que más contribuye a explicar los patrones de distribución actual de *L. dispar*, es la temperatura mínima anual (Heit *et al.*, 2014). Lo que esta relacionado con la diapausa (tolerancia a temperaturas extremas), en

los huevecillos. En el caso de los adultos, se ha observado que temperaturas extremadamente bajas (menores a 10 °C) o extremadamente altas (superiores a 30 °C) limitan su distribución y reproducción, así como un exceso de precipitación (Limbu *et al.*, 2017).

7. ¿La especie es nativa o se ha naturalizado en regiones con condiciones climáticas similares al área de la evaluación de riesgo?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Paini *et al.*, 2018, señala que aún de que las subespecies asiáticas no se han establecido fuera de su rango nativo, son una preocupación importante a nivel mundial. El estudio realizado por PNUD México (2019), identificó zonas de mayor idoneidad para *Lymantria dispar* en México. Esto representando las condiciones de 843 puntos correspondientes a la distribución nativa y exótica en todo el mundo, junto con sus límites de tolerancia climático. Derivado de la distribución potencial generada para esta especie en México, las zonas de menor idoneidad coinciden con climas extremos poco favorables para la especie, mientras que las zonas más aptas para su establecimiento, se ubican dentro de los límites de condiciones climáticas o de vegetación que más le favorecen. En función de lo anterior, en dicho estudio se identificó como zonas de mayor idoneidad 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 1).

8. ¿La especie tiene antecedentes de haber sido introducida fuera de su rango natural? ¿Éstas han sido exitosas?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*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 Columbia Británica en Canadá. De acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos se han registrado 20 incursiones desde 1991 (Molet, 2012). 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). La erradicación de los primeros brotes en la década

de los 1990 costaron \$ 9 millones de dólares, en la década de los 2000, fue del orden de \$25 millones de dólares (Molet, 2012). Mientras que en Canadá el programa de erradicación tuvo un costo de \$ 6 millones de dólares canadienses (CFIA, 2015). Así mismo, se han establecido medidas para prevenir la introducción mediante esfuerzos regionales a través de iniciativas de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO) como la implementación de la Norma Regional de Medidas Fitosanitarias NRMF 33, Directrices para reglamentar la movilización de embarcaciones provenientes de áreas infestadas de la Palomilla Gitana Asiática, las cuales están dirigidas a disminuir la entrada de esta especie exótica invasora a Norteamérica y su establecimiento; esta Norma Regional, describe las medidas de manejo del riesgo para las embarcaciones que visitan puertos en donde la palomilla gitana asiática 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. Para efectos de esta norma regional de medidas fitosanitarias, la palomilla gitana asiática, 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), por considerarse plagas cuarentenarias para los tres países miembros de la NAPPO (NAPPO, 2015b).

#### 9. ¿La especie se ha naturalizado (establecido poblaciones viables) más allá de su rango nativo?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar asiatica* ha sido detectada en Estados Unidos, Canadá y Nueva Zelanda, donde las poblaciones han sido erradicadas a través de programas de inspección y supresión (MAF, 2008; Molet, 2012; CFIA-USDA, 2019).

De acuerdo a un reporte del Servicio Agrícola y Ganadero de Chile, como resultado de las inspecciones realizadas en naves que han permanecido en puertos con presencia de palomilla gitana asiática, se interceptó masas de huevos de *Lymantria* sp. en 4 oportunidades el año 2014 y en 3 el año 2015 (SAG, 2018). No obstante, no se reporta que la plaga se haya introducido, mucho menos naturalizado en su territorio.

#### 10. ¿En su área de naturalización, hay impactos a especies silvestres relacionadas o géneros similares, especies con nichos similares u otras especies?

Respuesta: Sí

Certeza: muy cierto

Existe poca información sobre el impacto de la defoliación a gran escala causada por *Lymantria dispar* en las poblaciones nativas de insectos y plantas herbáceas. Un

estudio reciente mostró que la defoliación tuvo efectos negativos en un lepidóptero de importancia de la familia *Geometridae*, hasta la aplicación de un biopesticida para mitigar los brotes de *Lymantria dispar*. Aun así, persiste la preocupación de que la fumigación aérea de plaguicidas para el control o la erradicación de las poblaciones de esta plaga podría afectar negativamente a los lepidópteros nativos, lo que es de particular preocupación para las especies amenazadas y en peligro de extinción (CABI, 2019). Por otra parte, se han reportado impactos positivos en Norteamérica, donde la presencia de altas poblaciones de *L. dispar*, representa una fuente de alimento muy abundante para las especies nativas de aves de la familia cuculidae. Esto propicia el incremento y la redistribución de esta especie nativa y a su vez, causa una redistribución de su efecto predador. Otro efecto positivo derivado de la defoliación y la muerte de la sobrepoblación de árboles, es el crecimiento de arbustos lo que beneficia el anidamiento de especies de aves del sotobosque (GISD, 2015).

11. ¿En el área en donde se ha introducido se conocen impactos a alguna especie de importancia económica (agricultura, silvicultura, viveros, ornamental, ganadería, etc.)?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar asiatica* es una especie polífaga que impacta en especies de importancia económica agrícola, silvícola y ornamental. Se considera que su rango de hospedantes es de alrededor de 500 especies y es mayor al de *Lymantria dispar dispar*. Se reporta que, a principios de los años 2000, tuvo un severo brote al norte de Mongolia, por varios veranos, donde afecto plantaciones de alerce siberiano (*Larix sibiricus*). Entre sus hospedantes preferidos se encuentra el alerce (*Larix* spp.), aliso (*Alnus* spp.) y sauce (*Salix* spp.) (Molet, 2012).

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 (*Hammamelis* spp.), nogal (*Junglans* 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, 2012).

En México, las especies agrícolas de importancia económica que podrían verse amenazadas son árboles frutales como el nogal (*Juglans regia*), manzano (*Malus domestica*), durazno (*Prunus persica*), pera (*Pyrus* spp.), lichi (*Litchi chinensis*), arándano (*Vaccinium* spp.), pistacho (*Pistacia vera*), chabacano (*Prunus armeniaca*) y cerezo (*Prunus cerasus*). Estos hospedantes potenciales podrían contribuir al establecimiento de *Lymantria dispar*, considerando su superficie sembrada. En total representa una superficie de 226,618, hectáreas, con un valor de la producción alrededor de 21,769 millones de pesos (SIAP, 2017; SENASICA, 2019a).

En un estudio reciente PNUD México, 2019, señala las siguientes 10 especies de hospedantes para *Lymantria dispar* con mayor valor de riesgo promedio presentes en México, 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*), píceas (*Picea engelmannii*), ciruelo europeo (*Prunus domestica*) y arce negundo (*Acer negundo*).

## 12. ¿En el área en donde se ha introducido se conocen impactos a ecosistemas, servicios ecosistémicos u otro tipo de valores ambientales?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

En Estados Unidos, Canadá y Nueva Zelanda, la subespecie se introdujo pero fue erradicada. Se ha estimado, que el establecimiento de *Lymantria dispar asiatica*, representaría una seria amenaza para las zonas boscosas en Norteamérica (Paini et al., 2018)

## 13. ¿La especie tiene congéneres invasores?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

El género *Lymantria* Hübner [1819] contiene algunas de las plagas forestales más destructivas del mundo. Las posibles especies invasoras de *Lymantria* de Asia templada y subtropical son una amenaza para los bosques de Norte América. Pogue & Schaefer (2007), reportan alrededor de 31 especies de *Lymantria* que podrían ocasionar graves daños a los bosques nativos y pérdidas económicas. Las especies son: *Lymantria umbrosa* (Butler), *Lymantria obfuscata* (Walker), *Lymantria albescens* (Hori & Umeno), *Lymantria postalba* (Inoe), *Lymantria apicebrunnea* (Gaede), *Lymantria brunneoloma* (Pogue & Schaefer), *Lymantria xylina* (Swinhoe), *Lymantria detersa* (Walker), *Lymantria lunata* (Stoll), *Lymantria brotea* (Stoll), *Lymantria monacha* (Linnaeus), *Lymantria pulverea* (Pogue & Schaefer), *Lymantria minomonis* (Matsumura), *Lymantria concolor* (Walker), *Lymantria umbrifera* (Wileman), *Lymantria dissoluta* (Swinhoe), *Lymantria sinica* (Moore), *Lymantria*

*lucescens* (Butler), *Lymantria marginata* (Walker), *Lymantria atemeles* (Collenette), *Lymantria mathura* (Moore), *Lymantria flavida* (Pogue & Shaefer), *Lymantria grisea* (Moore), *Lymantria fumida* (Butler), *Lymantria serva* (Fabricius), *Lymantria laszloronkayi* (Schintlmeister), *Lymantria iris* (Strand), *Lymantria bantaizana* (Matsumura) y *Lymantria albolunata* (Moore). Y tres subespecies: *Lymantria dispar dispar* (Linnaeus), *Lymantria dispar asiatica* (Vnukovskij) y *Lymantria dispar japonica* (Motschulsky).

14. ¿Esta especie puede causar alergia o representa un riesgo para la salud humana?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

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

15. ¿La especie es capaz de afectar especies nativas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se tienen reportes de la capacidad de *Lymantria dispar asiatica* para afectar especies nativas.

16. ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se tienen reportes de *Lymantria dispar asiatica* actué como parásito de otras especies.

17. ¿La especie tiene un sabor desagradable para los depredadores naturales o carece de depredadores naturales?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

Únicamente se encontró evidencia de que cuenta con depredadores, entre estos se señalan aves, pequeños mamíferos (por ejemplo, ratones y musarañas) e invertebrados (por ejemplo, los escarabajos *Calosoma sycophanta* (carábido) y algunos dermestidos), los cuales son factores de mortalidad importante de *Lymantria dispar* especialmente a baja densidad de población. La variación espacial y temporal de los depredadores está estrechamente relacionada con la aparición de brotes de *Lymantria dispar* (Ruíz, s/a; CABI, 2019).

18. ¿La especie se alimenta de especies nativas (por ejemplo, una que antes no tenía depredadores o un nivel de depredación muy bajo)?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

*Lymantria dispar asiatica* es un voraz defoliador en su estadio de larva, en su estadio de adulto no se alimenta ya que carece de aparato bucal. No reporta hábitos depredadores sobre otras especies de insectos.

19. ¿La especie es hospedero y/o vector de patógenos o plagas reconocidos?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

*Lymantria dispar asiatica* no se reporta como hospedero o vector de patógenos o plagas (Molet, 2012; SENASICA, 2019a).

20. ¿La especie, al menos en uno de sus estadios, ha desarrollado mecanismos de supervivencia que potencialicen su establecimiento y efectos adversos?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

La diapausa es un importante mecanismo de adaptación que permite la supervivencia ante condiciones desfavorables, principalmente de temperatura. En el caso de *Lymantria dispar* la diapausa se presenta en el estadio de huevecillo, lo que le permite sobrevivir durante el invierno, incluso bajo nieve y mantenerse viables de 9 a 24 meses. Se reporta que en el caso de *Lymantria dispar asiatica* los huevecillos requieren de una exposición más corta a bajas temperaturas para completar la diapausa (Arimoto & Iwaizumi, 2014). En primavera eclosionan, cuando las condiciones de temperatura le son favorables (Molet 2012; GISD 2015; SAG, 2015; CABI, 2019; EPPO, 2019; SENASICA, 2019a).

21. ¿La especie es versátil en relación a la utilización de hábitat?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar asiatica* es una subespecie cuyo hábitat son bosques templados naturales y artificiales, de coníferas, frondosas y mixtos, así como bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha, plantaciones de árboles frutales y ornamentales (Molet, 2012; GISD, 2015). Estos hábitats están estrechamente relacionados con la presencia de especies hospedantes. En este sentido, PNUD México (2019), identificó 45 especies de importancia forestal y agrícola que se encuentran distribuidos 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*), píceas (*Picea engelmannii*), ciruelo europeo (*Prunus domestica*) y arce negundo (*Acer negundo*). Adicionalmente SENASICA (2019a), reporta el nogal (*Juglans regia*), manzano (*Malus domestica*), durazno (*Prunus pérsica*), pera (*Pyrus* spp.), lichi (*Litchi chinensis*), pistacho (*Pistacia vera*), chabacano (*Prunus armeniaca*) y cerezo (*Prunus cerasus*).

Se han realizado estudios para estimar la distribución potencial de *Lymantria dispar asiatica*, con base de las condiciones climáticas, uno de ellos para la región de Sudamérica, donde se determinó que podría establecerse en los bosques andinos desde el norte de Argentina, hasta Venezuela, la mata atlántica brasileña, áreas costeras litorales de Uruguay y Argentina y el área mediterránea del centro y sur de Chile Este estudio tomo como referencia la información disponible para *Lymantria dispar dispar*, en función de la poca información para las subespecies asiáticas (*Lymantria dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica*), y asume que estas se comportarían y establecerían en lugares similares a los de *L. dispar dispar* (Heit et al., 2014).

## 22. ¿La especie tiene flexibilidad en los hábitos de los diferentes estados biológicos (huevecillo, larva, pupa y adulto) y pueden ocupar diversos microhábitats?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Las hembras ovipositan en masas las cuales son fuertemente adheridas a la corteza de troncos y ramas del hospedante, sin embargo, cualquier sitio resguardado de lluvias, nevadas, insolación y otros fenómenos meteorológicos funcionará adecuadamente como sitio de oviposición, sin que mantenga una relación como hospedante; 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. La larva de primer instar puede ser transportada con ayuda del viento hacia diferentes hospederos (Duvall, 2006; Cibrian et al., 2009). Al emerger la hembra adulta de *Lymantria dispar asiatica* puede volar entre 20 y 40 km, incluso cuando se encuentra grávida, para buscar un lugar apropiado para la oviposición. Esto sucede generalmente al anochecer, y son atraídas por la luz hacia los puertos de embarque, donde oviposita masas de huevecillos en diversos sitios de la zona portuaria (Molet, 2012; Arimoto & Iwaizumi, 2014; CABI, 2019).

23. ¿El taxón tolera velocidad del viento en algún estadio de su ciclo de vida?

Respuesta: Sí

Certeza: Mayormente cierto

La larva se dispersa a lo largo de importantes superficies boscosas mediante un comportamiento conocido como “ballooning”, es decir, larvas recién eclosionadas hasta el segundo instar, 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).

24. ¿El hábito gregario de las larvas, deriva en una alimentación continua que defolia y daña a las especies hospedantes, incluso exponiéndolo a afectaciones secundarias?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar* presenta un hábito gregario en el estado larval, en altas densidades de población, al alimentarse del follaje de la corona de los árboles, ocasiona defoliaciones sostenidas generalmente por 2 o 3 años, causando estrés fisiológico, incluyendo reducción en crecimiento y estrés energético por la disminución en la fotosíntesis e incluso propiciar la muerte del hospedante (GISD, 2015; CABI, 2019). El periodo de alimentación es de aproximadamente seis a ocho semanas, durante el cual consume aproximadamente 1 m<sup>2</sup> de follaje (Duvall, 2006; Plant Health Australia, 2009). Asimismo, en un efecto secundario, sucede la muerte de la corteza y ramas, debido a que la defoliación causa el adelgazamiento del dosel, lo que debilita a los árboles y puede conducir a una mortalidad acelerada bajo condiciones de estrés por sequía u otros factores abióticos o debido a ataques de otras plagas y enfermedades (Junta de Andalucía, s/a (b); Duvall, 2006; CABI, 2019).

25. ¿La especie requiere un tamaño de población mínimo para mantener poblaciones viables?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

El tamaño real de la población requerida para el establecimiento de *Lymantria dispar asiatica* es incierto. Si bien, como regla general, se considera que cuanto

mayor es el tamaño de la población fundadora, mayor es la probabilidad de establecimiento, es poco probable que haya un umbral preciso por encima del cual el establecimiento es seguro y por debajo del cual es imposible (MAF, 2008). En México, el programa de vigilancia considera la detección de un espécimen como el detonante de las medidas de erradicación para evitar el establecimiento de la población (SENASICA, 2019b).

26. ¿Presenta un amplio rango de hospedantes, de varias familias taxonómicas presentes en México?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Las especies hospedantes presentes en México, se reportan dentro de los siguientes 31 Géneros y 19 Familias Taxonómicas.

<b>Género</b>	<b>Familia</b>	<b>Referencia bibliográfica</b>
<i>Fraxinus</i>	Oleaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009
<i>Lygustrum</i>	Oleaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009
<i>Populus</i>	Salicaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; PNUD México, 2019.
<i>Salix</i>	Salicaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009
<i>Ulmus</i>	Ulmaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009
<i>Malus</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; PNUD México, 2019; SENASICA, 2019.
<i>Pyrus</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; PNUD México, 2019; SENASICA, 2019.
<i>Prunus</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; SENASICA, 2019; PNUD México, 2019.
<i>Pyracantha</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009
<i>Platanus</i>	Platanaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009
<i>Liquidambar</i>	Altingiaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009
<i>Cupressus</i>	Cupressaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009
<i>Juniperus</i>	Cupressaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009
<i>Acer</i>	Sapindacea	PNUD México, 2019
<i>Alnus</i>	Betulaceae	PNUD México, 2019
<i>Ostrya</i>	Betulaceae	PNUD México, 2019
<i>Castanea</i>	Fagaceae	PNUD México, 2019
<i>Fagus</i>	Fagaceae	PNUD México, 2019
<i>Quercus</i>	Fagaceae	PNUD México, 2019

<i>Eucalyptus</i>	Myrtaceae	PNUD México, 2019
<i>Litchi</i>	Sapindaceae	PNUD México, 2019; SENASICA, 2019.
<i>Larix</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019
<i>Picea</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019
<i>Pinus</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019
<i>Pseudotsuga</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019
<i>Rhus</i>	Anacardiaceae	PNUD México, 2019
<i>Pistacea</i>	Anacardiaceae	PNUD México, 2019; SENASICA, 2019.
<i>Robinia</i>	Fabaceae	PNUD México, 2019
<i>Tilia</i>	Malvaceae	PNUD México, 2019
<i>Vaccinium</i>	Ericaceae	PNUD México, 2019; SENASICA, 2019.
<i>Juglans</i>	Juglandaceae	SENASICA, 2019.

27. ¿Los hábitos alimenticios, o de otro tipo, de esta especie, reducen la calidad de hábitat para especies nativas?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Debido al hábito alimenticio de la larva, el cual ocasiona la defoliación de los árboles, la diversidad natural y la composición de especies de insectos, pájaros y otros animales nativos pueden verse alteradas durante los brotes de *Lymantria dispar*, debido a la reducción de refugios para sobrevivir, reducción de suministro de alimentos y otros beneficios proporcionados por los árboles hospedantes (GISD, 2015).

28. ¿La especie es capaz de hibridizar de manera natural con especies nativas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

A través de la revisión bibliográfica, no se reporta que *Lymantria dispar asiatica*, sea capaz de hibridizar de manera natural con especies nativas.

29. ¿La especie es polivoltina, o existen evidencias de que puede pasar de univoltina a polivoltina cuando encuentra condiciones ambientales favorables?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

El ciclo de vida de *Lymantria dispar asiatica*, presenta un ciclo univoltino, es decir, presenta una única generación al año bajo las condiciones ambientales en Euroasía y Norteamérica (USDA- APHIS, 2019; GISD, 2015; CABI, 2019).

30. ¿La especie depende de la presencia de otras especies (o características específicas de hábitat) para completar su ciclo biológico?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

El hábitat de *Lymantria dispar* son bosques naturales, artificiales, zonas urbana y suburbanas con disponibilidad de hospedantes adecuados para completar su ciclo biológico (Molet, 2012; GISD, 2015). Estos hábitats están estrechamente relacionados con la presencia de especies hospedantes. En este sentido, PNUD México (2019), identificó 45 especies de importancia forestal y agrícola que se encuentran distribuidos 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*), píceas (*Picea engelmannii*), ciruelo europeo (*Prunus domestica*) y arce negundo (*Acer negundo*). Adicionalmente SENASICA (2019a), reporta el nogal (*Juglans regia*), manzano (*Malus domestica*), durazno (*Prunus pérsica*), pera (*Pyrus* spp.), lichi (*Litchi chinensis*), pistacho (*Pistacia vera*), chabacano (*Prunus armeniaca*) y cerezo (*Prunus cerasus*).

Algunos autores discuten la posibilidad de que la posición geográfica, junto con la defoliación causada por la alimentación de las larvas de *L. dispar*, y otros factores ecológicos (ej. altitud, velocidad del viento y dirección, densidad poblacional, densidad de los estratos arbolados y mosaico de vegetación) puedan influir en el desarrollo del ciclo del insecto (Ibáñez *et al.*, 2007).

31. ¿El rango de fecundidad de la especie es más alto en relación a especies similares?

Respuesta: No

Certeza: Mayormente cierto

*Lymantria dispar asiatica* tiene un rango de oviposición entre 100 y 1000 huevecillos. El rango de fecundidad y oviposición para otras especies del mismo género es cercano (Pogue & Schaefer, 2007).

32. ¿La reproducción en esta especie es estacional?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Los adultos de *Lymantria dispar* emergen en un periodo de 10 a 14 días posterior a la pupa, durante el verano, de finales de junio a agosto, observándose los picos más

altos de emergencia a mediados de julio (Hoover, 2000). Durante este estadio de adulto se da el periodo de reproducción. Los machos emergen de 1 a 2 días antes que las hembras y una vez que estas emergen inicia el apareamiento. Ambos adultos mueren después de que las hembras ovipositan entre julio - septiembre (McManus *et al.*, 1989; Molet, 2012).

### 33. ¿La especie presenta una alta tasa reproductiva?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Una hembra de *Lymantria dispar* puede ovipositar entre 100 y 1000 huevecillos en su vida (Molet, 2012). Lo que se considera una alta tasa reproductiva (SAG, 2015; Martínez *et al.*, 2017; SENASICA, 2019a).

### 34. ¿En esta especie la reproducción sexual ocurre para proliferar la población?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Al emerger los adultos de *Lymantria dispar* son sexualmente maduros, la hembra emite una feromona para atraer al macho y ocurra el apareamiento e iniciar inmediatamente con la oviposición lo que permite proliferar la población (Ibáñez *et al.*, 2007; GISD, 2015). Generalmente la hembra solo se apareada una vez (Sasaki *et al.*, 2016).

### 35. ¿La especie tiene una amplia capacidad de dispersión (especialmente o en términos de preferencias de hábitat) en su área de distribución natural?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar asiatica* se ha dispersado en su área de distribución natural en Asia, en hábitats como bosques templados naturales y artificiales de coníferas, de frondosas y mixtos, así como bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha (Molet, 2012; GISD, 2015).

### 36. ¿Hay estadios del ciclo que puedan dispersarse al área de interés de manera accidental o no intencional?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Las hembras adultas grávidas, son capaces de volar atraídas alrededor de las zonas cercanas a muelles como respuesta al estímulo de la luz (fototropismo) y estando en estas zonas ovipositan masas de huevecillos en barcos y contenedores o bien en mercancías como troncos, muebles, tarimas entre otros (Pogue & Schaefer, 2007);

de tal forma que los huevecillos han sido transportados inadvertidamente a través del comercio internacional (USDA-FS, 1991). La introducción accidental a Estados Unidos y Canadá, se vinculo con la entrada de barcos procedentes de Asia infestados con *Lymantria dispar asiatica* (CFIA, 2015).

En Nueva Zelanda durante 1995–1997, se reportan 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 establecerse.

Durante 2018, Canadá y Estados Unidos incrementaron sus requerimientos de control, ya que se detectó un número muy elevado de *Lymantria dispar asiatica*, en los puertos regulados del extremo oriente de Rusia, Japón, Corea y el norte de China. Por lo que en previsión de que los niveles de población fueran similares en 2019, han solicitado a estos países afectados efectuar vigilancia adicional para garantizar que los barcos cuenten con certificados de inspección y que realizan autoinspecciones adicionales para evitar la dispersión de adultos, larvas, pupas o masas de huevecillos (CFIA-USDA, 2019).

Esta subespecie se caracteriza porque las hembras tienen una alta capacidad de vuelo, y pueden dispersarse entre 20 y 40 Km, por lo que podría desplazarse de manera no intencional buscando un área apropiada para su establecimiento (Molet, 2012; 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, cualquiera de estos estadíos del ciclo de *Lymantria dispar* (Heit *et al.*, 2014). Por lo que este escenario podría presentarse en el área de análisis de riesgo.

37. ¿Hay estadíos del ciclo que puedan dispersarse de manera intencional por intervención humana (y hábitats adecuados disponibles en la cercanía)?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

La dispersión de masas de huevecillos en el caso de *Lymantria dispar asiatica*, se ha dado de forma no intencional (Molet, 2012). No hay reportes de su movilización intencional por intervención humana, como en el caso de *Lymantria dispar dispar*.

38. ¿Hay estadíos del ciclo que puedan dispersarse como contaminante de productos, materias primas o medios de transporte?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto.

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 nuevas áreas, la constituye el transporte inadvertido de masas de huevecillos viables adheridos a las cubiertas de barcos y contenedores que participan en el comercio internacional y de esta forma puede dispersarse al área de análisis de riesgo (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, 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, 2012; GISD, 2015).

### 39. ¿La dispersión de la especie depende de la densidad?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

Con base en la dispersión que ha logrado *Lymantria dispar asiatica* cuando se ha introducido a Estados Unidos, se asume que su comportamiento sería similar al que se describe para *Lymantria dispar dispar* (Molet, 2012; Heit *et al.*, 2014). Desde su introducción a los Estados Unidos, en densidades de población muy bajas, *Lymantria dispar dispar* se ha extendido 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 (Tobin *et al.* 2009). La dinámica de las poblaciones establecidas de *Lymantria dispar dispar* parece estar gobernada por varios factores y ciclos entre densidades bajas y altas (Tobin *et al.*, 2009). En el histórico de su dispersión, se reporta como la una 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 a 2000. Estos cambios también pueden estar relacionados con las diferencias en 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. 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 (Golstein *et al.*, 2018).

### 40. ¿La especie tiene un amplio rango de tolerancia de temperatura y régimen de humedad?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

En estadio de huevecillo presentan un periodo de diapausa obligatoria, el cual le permite sobrevivir tolerando temperatura (incluso bajo cero) y humedad extrema (GISD, 2015). Se ha observado que cuando los huevecillos son expuestos a periodos de prolongados de frío su eclosión es de una manera más sincronizada. Los días grado necesarios para la transición de huevecillo a larva a una temperatura diaria promedio de 10°C es de 27.5 días (MAF, 2008). La temperatura tiene un peso importante en el patrón de emergencia de las larvas; la tasa de desarrollo larval

óptima es a los 29°C, mientras que experimentaron problemas durante el proceso de muda a la temperatura más alta de 30°C y más baja de 10 °C. La temperatura también tiene una fuerte influencia en el tiempo de pupación, el promedio se considera 27 días a 20°C para las hembras y 28.5 días para los machos. En cuanto a los adultos, en las hembras se señala una reducción significativa en la fecundidad y fertilidad a una temperatura de 30°C. Lo anterior, sugiere que el desarrollo y sobrevivencia de la especie en estado adulto, puede ser limitada por las temperaturas extremas (Limbu *et al.*, 2017; SENASICA, 2019a).

41. ¿Esta especie se ha utilizado en control biológico fuera de su área de distribución natural?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se cuenta con reportes de que la subespecie se ha utilizado en control biológico.

42. ¿La dispersión de la especie es favorecida en zonas urbanas, agrícolas y silvícolas?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Se tienen reportes de que *Lymantria dispar asiatica* ha afectado arbolado en zonas urbanas, suburbanas, plantaciones de arboles frutales en el área agrícola y bosques (Cibrian *et al.*, 2009; PNUD México, 2019; SENASICA, 2019a).

43. ¿La especie puede ser transportada de manera accidental a la proximidad de áreas naturales protegidas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Muy cierto

La movilización hacia el interior del país de productos infestados con masas de huevecillos de *Lymantria dispar*, en forma inadvertida podría ser una vía para ser transportada a la proximidad de áreas naturales protegidas. Se ha observado que, al interior de Estados Unidos y Canadá, la movilización interna de productos infestados es un factor crítico, por lo que se regula la movilización de productos de zonas infestadas (cuarentenadas) a zonas no infestadas, para reducir el riesgo de la dispersión (ISC, 2015).

44. ¿Puede esta especie resistir el cambio de un lugar a otro sin que sus capacidades alimenticias y reproductivas se vean afectadas?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Ha logrado resistir el cambio de Eurasia a Norteamérica principalmente por su hábito polífago, la larva puede alimentarse en un amplio rango de hospedantes, alrededor de 500 especies, distribuidas en bosques y zonas urbanas (Molet, 2012; GISD, 2015). Y ha mantenido sus capacidades reproductivas en las incursiones que ha tenido en Estados Unidos y Canadá, ya que se han tenido que establecer programas para su erradicación (Molet, 2012; CFIA, 2015).

45. ¿Se ha reportado la presencia de enemigos naturales eficientes de la especie en el área donde se efectúa el análisis de riesgo?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente incierto

Los enemigos naturales se han estudiado ampliamente en los sitios donde se encuentra *Lymantria dispar*. En Norteamérica, 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 (Diptera: 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). Asimismo, el hongo entomopatógeno *Entomophaga maimaigi*, que causa mortalidad en larvas y pupas de *Lymantria dispar* en Europa y Asia, fue introducido a Estados Unidos y Canadá (Georgiev *et al.*, 2019). No se encontraron reportes con suficiente sustento que respalde la presencia de estos enemigos naturales en el área de análisis de riesgo.

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; 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 asiatica*, 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.

46. ¿La especie tolera o se beneficia de la perturbación ambiental?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar* tolera la perturbación ambiental, ya que presenta una periodicidad cíclica en su dinámica de población, la cual ha quedado constatada a escala europea (Junta de Andalucía, s/a). En Estados Unidos y Canadá, también se ha observado este comportamiento (USDA-FS, 2017). Este ciclo dura aproximadamente diez años en los que durante los primeros siete años pasa de la fase inofensiva a la fase perjudicial y se suponen otros tres años más de persistencia como plaga (MAF, 2008). Las causas de esta fluctuación están en relación con el comportamiento del complejo de predadores y parásitos asociados, con el tipo y calidad de alimentación y con factores ambientales existente. Después de esta fase las poblaciones de *Lymantria dispar* pueden permanecer en índices bajos e incluso imperceptibles por el siguiente ciclo de diez años antes de producirse nuevas infestaciones (Junta de Andalucía, s/a; USDA-FS, 2017).

47. ¿Esta especie tolera o ha desarrollado resistencia a algunos insecticidas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se reporta desarrollo de tolerancia o resistencia a algunos insecticidas.

48. ¿Esta especie tolera un espectro más amplio de variables ambientales (humedad, altitud, temperatura, niveles de contaminación ambiental, en adición de otros factores como resistencia a insecticidas y perturbación ambiental) que las especies nativas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Muy incierto

No se encontraron reportes que contrasten el espectro de tolerancia a distintas variables ambientales, en adición de otros factores como resistencia y perturbación ambiental que las especies nativas. Sin embargo, se reporta una buena respuesta ante cambios ambientales naturales o provocados por las actividades humanas.

49. ¿Esta especie presenta escasa diversidad genética (variantes alélicas) de sus poblaciones que permitan tolerar factores ambientales, químicos o de comportamiento más amplio?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

En investigaciones realizadas sobre diferentes poblaciones de *Lymantria dispar* de diferentes partes de China, sobre el grado de polimorfismo, diversidad genética y estructura genética, sugieren que individuos de Hebei (uno de los lugares de muestreo en China), podría adaptarse mejor a diferentes entornos y dispersarse a nuevos hábitats (Chen *et al.*, 2013).

#### 4 Reporte de análisis de riesgo *Lymantria dispar asiatica*

Puntuación numérica. La mayoría de las respuestas son trasladadas a una puntuación numérica, con valores positivos (1 o 2) asignados para reflejar un riesgo elevado, el valor cero para reflejar riesgo intermedio y un valor negativo (-1) dado para reflejar riesgo bajo o insignificante. Las secciones de “clima”, la comparación climática se basa en un sistema aprobado como Climex, GARP, entre otras. Si no está disponible, a continuación, asignar la puntuación máxima (2). La calidad es una estimación de la exhaustividad con que se utilizan los datos para generar el análisis del clima. Si no está disponible, entonces la puntuación mínima (0) debe ser asignado. Se debe tomar en cuenta; temperatura, presión atmosférica, viento, humedad y lluvia. A partir de las respuestas calibradas de acuerdo al diseño de la herramienta ISK (CONABIO, 2019), se calcula una puntuación numérica usando los niveles umbrales siguientes:

Aceptado : < 0= bajo riesgo

Evaluado : 1-18 = riesgo medio

Rechazado: ≥ 19 = alto riesgo

Mediante la herramienta de evaluación ISK, se obtuvo el siguiente resultado:  
**Especie de alto riesgo: 21 puntos.**

Resultado	Rechazar
<b>Puntuación</b>	<b>21</b>
<b>Biogeografía</b>	10
<b>Bloques de puntuación Atributos no deseados</b>	4
<b>Biología/ecología</b>	7
<b>Biogeografía</b>	10
<b>Preguntas contestadas Atributos no deseados</b>	6
<b>Biología/ ecología</b>	18
<b>Total</b>	<b>34</b>
<b>Sistemas Forestales, agrícolas y zonas urbanas</b>	13
<b>Medio ambiente</b>	15
<b>Nociva</b>	3
<b>Total de preguntas</b>	49

## Conclusión

De acuerdo al resultado obtenido del análisis realizado, la Palomilla Gitana Asiática *Lymantria dispar asiatica* es una especie exótica invasora de alto riesgo, que podría encontrar condiciones climáticas y de hospedantes propicias en México y convertirse en una plaga de importancia en ecosistemas forestales y agrícolas del país.

La vía de ingreso más probable serían los buques y las cargas de estos que provienen de las regiones infestadas en Asia y que arriban a los puertos mexicanos, por lo que la inspección de estos y el monitoreo preventivo en las áreas de alto riesgo de ingreso son medidas preventivas que ayudarían a una detección oportuna y la mitigación del riesgo.

## Recomendaciones

A pesar de que existe la Norma Regional de Medidas Fitosanitarias NRMF 33, Directrices para reglamentar la movilización de embarcaciones provenientes de áreas infestadas de la Palomilla Gitana Asiática, no se encontraron evidencias de su implementación en México y tampoco de una norma oficial mexicana específica que establezca medidas fitosanitarias para evitar el ingreso de esta especie exótica invasora, por lo se recomienda la implementación de las disposiciones de dicha norma regional.

Para la NRMF 33, la Palomilla Gitana Asiática 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), por considerarse plagas cuarentenarias para los tres países miembros de la NAPPO. Por lo anterior, sería deseable llevar a cabo los análisis de riesgo correspondientes para *L. albescens*, *L. umbrosa* y *L. postalba* y considerarlas como plagas de importancia cuarentenaria para México para su regulación.

## Referencias bibliográficas

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.

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/1417104662171/141>. 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/downloads/Joint-AGM-bulletin-USDA-CFIA.pdf](https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/gypsy_moth/downloads/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.

Chen, F., Shi, J., Luo, Y., Sun, S. & Pu, M. 2013. Genetic characterization of the gypsy moth from China (Lepidoptera, Lymantriidae) using inter simple sequence repeats markers. PLoS ONE 8(8): e73017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073017>.

Cibrian, T. D., Burke, R. A., Cibrían, 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.

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.

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 para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2019. Herramienta de identificación de riesgos para especies exóticas de peces (FISK). En línea: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/FISK.html>. Fecha de consulta: junio 2019.

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.

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

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.

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.

Hoover, G. A. 2000. Insect advance from extension. *Lymantria dispar* (Linnaeus). Department of entomology. PennState. Collage of agricultural sciences. En línea: <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/es/es-gypsy-moth>. Fecha de consulta: abril de 2019.

Ibáñez, J. A., Soto, M., Martínez, G. E. & Pérez-Laorga, A. 2007. Distribución y abundancia de *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Lymantriidae) en las principales masas de carrasca *Quercus ilex* (L.) subsp. *rotundifolia* (Lam.) y alcornoque *Quercus suber* (L.) de la comunitat valenciana. *Bol. San. Veg. Plagas*. 33: 491-502.

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

Junta de Andalucía. 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. En línea: [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/web/temas\\_ambientales/montes/sanidad\\_forestal/planes\\_lucha\\_integrada/pli\\_lagarta\\_peluda.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/montes/sanidad_forestal/planes_lucha_integrada/pli_lagarta_peluda.pdf). Fecha de consulta julio de 2019. 44 pp.

Lovett, G. M., Welss, M., Liebhold, M. A., Holmes P. T., Leung, B., Lambert, F. K., Orwig, A. D., Cambell, T. F., Rosenthal, J., McCullough, G. D., Willdova, R., Ayres, P. M., Canham, 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):1–19. DOI 10.1890/15-1176.1.

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: Erebiidae). *Environmental Entomology*. 46: 1012–1023. En línea: <https://doi.org/10.1093/ee/nvx111>. Fecha de consulta: junio 2019.

Martínez, J. G. N., Delgadillo, V. I., Hernández-Rivero, R., López, B. J. A., González, G. R. 2017. Estrategias de detección para palomilla gitana asiática (*Lymantria dispar asiatica*) (Lepidoptera: Lymantriidae) y gorgojo khapra *Trogoderma granarium* (everts) (Coleoptera: Dermestidae). *Entomología Mexicana*. 4: 390–395.

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.

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>.

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. 2012. CPHST pest datasheet for *Lymantria dispar asiatica*. USDA–APHIS–PPQ–CPHST. Última actualización: febrero 4 de 2014.

North American Plant Protection Organization (NAPPO). 2015a. Steve Munson. Entomologist/group leader. United States Department of Agriculture (USDA). Forest Service (FS). Forest Health Protection. Workshop: Asian Gypsy Moth. November 16–20.

North American Plant Protection Organization (NAPPO). 2015b. Organización Norteamericana de Protección Fitosanitaria. NRMF 33. Directrices para reglamentar la movilización de embarcaciones provenientes de áreas infestadas de la palomilla

gitana asiática. En línea: <http://nappo.org/files/3315/0221/6529/RSPM33-01-08-2017-s.pdf>. Fecha de consulta: junio 2019.

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.

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-moth-CP-2009.pdf>. Fecha de consulta: Junio de 2019.

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.

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.

Ruíz, N. J. M. s/a. Gestión integrada y control biológico de plagas. Ecosistema de dehesa: desarrollo de políticas y herramientas para la gestión y conservación de la biodiversidad. Life II/BIO/ES/000726. Agencia de Medio Ambiente y Agua. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. España.

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.

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 Agrícola y Ganadero Gobierno de Chile. (SAG). 2018. Presión de ingreso a Chile de plagas forestales en medios de transporte marítimo. División Protección

Agrícola y Forestal. Departamento Sanidad Vegetal. Subdepartamento Vigilancia y Control de Plagas Forestales. Primera Edición Digital. Diciembre 2018.

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](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). 2019a. Palomilla gitana asiática (*Lymantria dispar*) Linnaeus 1758. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la colaboración del Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria (LaNREF) Cd. De México. Última actualización: enero de 2019. Ficha técnica No. 65. 19p.

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

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.

United States Department of Agriculture (USDA). Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). 2019. [https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/plant-pest-and-disease-programs/pests-and-diseases/gypsy-moth/ct\\_gypsy\\_moth](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.

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/](https://www.nrs.fs.fed.us/disturbance/invasive_species/asiangm/). Fecha de consulta: junio 2019.

## 5 Análisis de riesgo para *Lymantria dispar japonica*

El protocolo de Análisis de Riesgo, fue planteado tomando en cuenta características específicas de la orden lepidóptera, el cual incluye 49 preguntas para evaluar el potencial de introducción, establecimiento, dispersión de la especie, grado de los impactos económicos, sociales, a la salud humana y al medio ambiente. Para cada respuesta se asignó un nivel de confianza (una medición de la certeza), donde “muy cierto”, corresponde al nivel más alto de confianza, en función de la información documentada y va disminuyendo en función de la incertidumbre en dicha información a “mayormente cierto”, “mayormente incierto”, y “muy incierto” (CONABIO, 2019). Sin embargo, la ecología de *Lymantria dispar japonica* está poco caracterizada comparada con *Lymantria dispar dispar* (Sasaki *et al.*, 2016).

1. ¿La especie puede ser transportada accidentalmente desde otros países por medio de suelo o vegetación ornamental con fragmentos de colonias o individuales reproductivos?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

La propagación a larga distancia de *Lymantria dispar japonica* de las islas de Japón: Honshu, Shikoku, Kyushu y Hokkaido (Pogue & Schaefer, 2007; Molet, 2012), donde está presente, 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).

*L. dispar japonica*, puede ser transportada a través del movimiento de productos maderables tanto vivos (follaje, plantas de vivero y árboles), como sin procesamiento (como es el caso de madera en rollo sin aserrar). La principal preocupación se enfoca en la posibilidad de que el huevecillo cubra el estado de diapausa (sobrevivir de 9 a 24 meses tolerando temperaturas y humedad extrema) en barcos o contenedores infestados en tránsito (procedentes de zonas con presencia de *Lymantria dispar*) y cuando arriben a un puerto en un área donde no se encuentra la especie, y que presente condiciones climáticas apropiadas, los huevecillos eclosionen y las larvas o bien los adultos, logren dispersarse a zonas adecuadas para su establecimiento (Molet, 2012; SAG, 2015; Heit *et al.*, 2014; Paini *et al.*, 2018).

## 2. ¿La especie se ha naturalizado en sitios donde ha sido introducida?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar japonica* se ha naturalizado en Japón, en las cuatro islas principales; Honshu, Shikoku, Kyushu y partes del sur y oeste de Hokkaido, donde se considera su rango nativo (Arimoto & Iwaizumi, 2014; Sasaki *et al.*, 2016).

## 3. ¿La especie tiene subespecies invasoras?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

La especie *Lymantria dispar* tiene registro del comportamiento invasor de las subespecies *Lymantria dispar dispar* (Linnaeus), *Lymantria dispar asiatica* (Vnukovskij) y *Lymantria dispar japonica* (Motschulsky) (Pogue & Schaefer, 2007; GISD, 2015; Lovett *et al.*, 2016; Goldstein *et al.*, 2018).

## 4. ¿La tolerancia reproductiva de la especie es compatible con las condiciones climáticas del área donde se efectúa el análisis de riesgo (0-baja, 1-intermedia, 2-alta)?

Respuesta: Alta (2)

Certeza: Muy cierto

PNUD México (2019), muestra en su estudio sobre el Análisis de la idoneidad ambiental de *Lymantria dispar* en México, zonas de mayor idoneidad en México, identificadas a partir de sitios donde actualmente se encuentra presente la especie. Las zonas identificadas se encuentran 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. Estas zonas se muestran en el mapa de la Figura 1., también desarrollado por PNUD México, 2019.

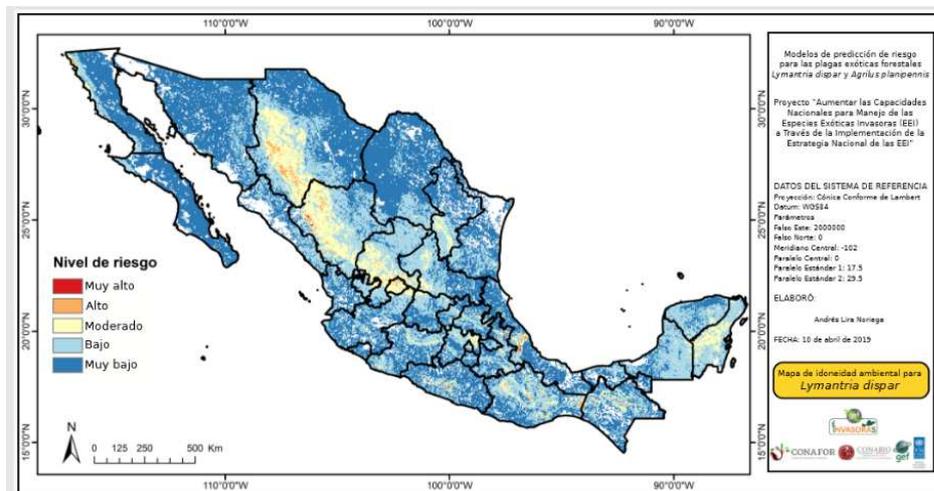


Figura 1. Mapa de riesgo cualitativo para *Lymantria dispar* identificando zonas con distinto grado de idoneidad climática. Donde 0 = Nulo, 1 = Muy Bajo, 2 = Bajo, 3 = Medio, 4 = Alto, 5 = Muy Alto. Fuente: PNUD México, 2019.

5. ¿Qué calidad tiene la información sobre compatibilidad climática (0-baja, 1-intermedia, 2-alta)?

Respuesta: Alta (2)  
 Certeza: Muy cierto

PNUD México (2019), elaboró un análisis multicriterio de la distribución de la idoneidad para *Lymantria dispar*, y así definir el riesgo de establecimiento. Los modelos del estudio fueron incluidos en los análisis multicriterio como coberturas complementarias de los sitios de alta idoneidad para la distribución de la especie. Todos los modelos se corrieron usando el programa Maxent. La mejor parametrización para cada modelo en Maxent se exploró utilizando el algoritmo kuenm (<https://github.com/marloncobos/kuenm>), el cual hace una búsqueda exhaustiva a partir de todas las parametrizaciones posibles en el algoritmo y los mejores modelos (desde una perspectiva estadística) son aquellos que se eligen para la calibración y transferencia. El desempeño de los modelos de nicho ecológico se evaluó usando la métrica de ROC parcial.

6. ¿La especie presenta amplia tolerancia climática (versatilidad ambiental)?

Respuesta: Sí  
 Certeza: Muy cierto

Se ha determinado que el factor que contribuye a explicar mejor los patrones de distribución actual de *L. dispar*, es la temperatura mínima anual (Heit *et al.*, 2014). Lo que está relacionado con la diapausa (tolerancia a temperaturas extremas), en los huevecillos. En el caso de los adultos, se ha observado que temperaturas

extremadamente bajas (menores a 10 °C) o extremadamente altas (superiores a 30 °C) limitan su distribución y reproducción, así como un exceso de precipitación (Limbu *et al.*, 2017).

7. ¿La especie es nativa o se ha naturalizado en regiones con condiciones climáticas similares al área de la evaluación de riesgo?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Paini *et al.*, 2018, señala que aún de que las subespecies asiáticas no se han establecido fuera de su rango nativo, son una preocupación importante a nivel mundial. El estudio realizado por PNUD México (2019), identificó zonas de mayor idoneidad para *Lymantria dispar* en México. Esto representando las condiciones de 843 puntos correspondientes a la distribución nativa y exótica en todo el mundo, junto con sus límites de tolerancia climático. Derivado de la distribución potencial generada para esta especie en México, las zonas de menor idoneidad coinciden con climas extremos poco favorables para la especie, mientras que las zonas más aptas para su establecimiento, se ubican dentro de los límites de condiciones climáticas o de vegetación que más le favorecen. En función de lo anterior, en dicho estudio se identificó como zonas de mayor idoneidad 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 1).

8. ¿La especie tiene antecedentes de haber sido introducida fuera de su rango natural? ¿Éstas han sido exitosas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

*Lymantria dispar japonica* no cuenta con reportes de haber sido introducida fuera de su rango natural, pero se considera una preocupación importante a nivel mundial (Paini *et al.*, 2018). Se ha estimado que *Lymantria dispar japonica*, podría provocar graves daños a los bosques nativos si se introduce accidentalmente en América del Norte (Arimoto & Iwaizumi, 2014). Por esta razón, se han establecido medidas para prevenir su introducción mediante esfuerzos regionales a través de iniciativas de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO) como la implementación de la Norma Regional de Medidas Fitosanitarias NRMF 33, Directrices para reglamentar la movilización de embarcaciones provenientes de áreas infestadas de la Palomilla Gitana Asiática, las cuales están dirigidas a disminuir la entrada de esta especie exótica invasora a Norteamérica y su establecimiento; esta Norma Regional, describe las medidas de manejo del riesgo para las embarcaciones que visitan puertos en donde la palomilla gitana asiática 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. Para efectos de esta norma regional de medidas fitosanitarias, la Palomilla Gitana Asiática, comprende las dos subespecies *Lymantria dispar asiatica* y *L.d. japonica* y las tres especies de *Lymantria*: *L. albescens*, *L. umbrosa* y *L. postalba*, por considerarse plagas cuarentenarias para los tres países miembros de la NAPPO (NAPPO, 2015b).

9. ¿La especie se ha naturalizado (establecido poblaciones viables) más allá de su rango nativo?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

Hasta ahora solo se ha reportado la naturalización de la especie en su rango nativo en Japón (Honshu, Shikoku, Kyushu y partes del sur y oeste de Hokkaido) (Pogue & Schaefer, 2007; Arimoto & Iwaizumi, 2014).

De acuerdo a un reporte del Servicio Agrícola y Ganadero de Chile, como resultado de las inspecciones realizadas en naves que han permanecido en puertos con presencia de palomilla gitana asiática, se interceptó masas de huevos de *Lymantria* sp. en 4 oportunidades el año 2014 y en 3 el año 2015 (SAG, 2018). No obstante, no se reporta que la plaga se haya introducido, mucho menos naturalizado en su territorio.

10. ¿En su área de naturalización, hay impactos a especies silvestres relacionadas o géneros similares, especies con nichos similares u otras especies?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: mayormente cierto

No se encontraron reportes relacionados con este tipo de impacto.

11. ¿En el área en donde se ha introducido se conocen impactos a alguna especie de importancia económica (agricultura, silvicultura, viveros, ornamental, ganadería, etc.)?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Esta subespecie es capaz de alcanzar niveles destructivos durante las infestaciones. *Lymantria dispar japonica* ha causado severas defoliaciones en forma constante causando pérdidas en el cultivo de persimonia (*Diospyros kaki*) en distintas partes de Japón. También se sabe que causa daño al cedro japonés (*Cryptomeria japonica*) (Molet, 2012).

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 (*Hammamelis* spp.), alerce (*Larix* spp.), alerce japonés (*Larix kaempferi*), manzano (*Malus domestica*), mora (*Morus* spp.), píceas (*Picea* spp.), pino (*Pinus* spp.), álamo de Virginia (*Populus deltoides*), ciruelo (*Prunus* spp.), pera (*Pyrus* spp.), roble o encino (*Quercus* spp.), rhododendron (*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, 2012).

En México, las especies agrícolas de importancia económica que podrían verse amenazadas son árboles frutales como el nogal (*Junglans regia*), manzano (*Malus domestica*), durazno (*Prunus persica*), pera (*Pyrus* spp.), lichi (*Litchi chinensis*), arándano (*Vaccinium* spp.), pistacho (*Pistacia vera*), chabacano (*Prunus armeniaca*) y cerezo (*Prunus cerasus*). Estos hospedantes potenciales podrían contribuir al establecimiento de *Lymantria dispar*, considerando su superficie sembrada. En total representa una superficie de 226,618 hectáreas, con un valor de la producción alrededor de 21,769 millones de pesos (SIAP, 2017; SENASICA, 2019a).

En un estudio reciente PNUD México (2019), señala las siguientes 10 especies de hospedantes para *Lymantria dispar* con mayor valor de riesgo promedio presentes en México, 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*), píceas (*Picea engelmannii*), ciruelo europeo (*Prunus domestica*) y arce negundo (*Acer negundo*).

12. ¿En el área en donde se ha introducido se conocen impactos a ecosistemas, servicios ecosistémicos u otro tipo de valores ambientales?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Muy cierto

No se encontraron reportes de la introducción de *Lymantria dispar japonica* y por ende ningún impacto de los señalados.

### 13. ¿La especie tiene congéneres invasores?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

El género *Lymantria* Hübner [1819] contiene algunas de las plagas forestales más destructivas del mundo. Las posibles especies invasoras de *Lymantria* de Asia templada y subtropical son una amenaza para los bosques de Norte América. Pogue & Schaefer (2007), reportan alrededor de 31 especies de *Lymantria* que podrían ocasionar graves daños a los bosques nativos y pérdidas económicas. Las especies son: *Lymantria umbrosa* (Butler), *Lymantria obfuscata* (Walker), *Lymantria albescens* (Hori & Umeno), *Lymantria postalba* (Inoe), *Lymantria apicebrunnea* (Gaede), *Lymantria brunneoloma* (Pogue & Schaefer), *Lymantria xyliana* (Swinhoe), *Lymantria detersa* (Walker), *Lymantria lunata* (Stoll), *Lymantria brotea* (Stoll), *Lymantria monacha* (Linnaeus), *Lymantria pulverea* (Pogue & Schaefer), *Lymantria minomonis* (Matsumura), *Lymantria concolor* (Walker), *Lymantria umbrifera* (Wileman), *Lymantria dissoluta* (Swinhoe), *Lymantria sinica* (Moore), *Lymantria lucescens* (Butler), *Lymantria marginata* (Walker), *Lymantria atemeles* (Collenette), *Lymantria mathura* (Moore), *Lymantria flavida* (Pogue & Schaefer), *Lymantria grisea* (Moore), *Lymantria fumida* (Butler), *Lymantria serva* (Fabricius), *Lymantria laszloronkayi* (Schintlmeister), *Lymantria iris* (Strand), *Lymantria bantaizana* (Matsumura) y *Lymantria albolunata* (Moore). Y tres subespecies: *Lymantria dispar dispar* (Linnaeus), *Lymantria dispar asiatica* (Vnukovskij) y *Lymantria dispar japonica* (Motschulsky).

### 14. ¿Esta especie puede causar alergia o representa un riesgo para la salud humana?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

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 (Molet, 2012).

### 15. ¿La especie es capaz de afectar especies nativas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se tienen reportes de la capacidad de *Lymantria dispar japonica* para afectar especies nativas.

16. ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se tienen reportes de *Lymantria dispar japonica*, actué como parásito de otras especies.

17. ¿La especie tiene un sabor desagradable para los depredadores naturales o carece de depredadores naturales?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

Se encontró evidencia de que algunas aves pueden actuar como depredadores (Sasaki *et al.*, 2016).

18. ¿La especie se alimenta de especies nativas (por ejemplo, una que antes no tenía depredadores o un nivel de depredación muy bajo)?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

*Lymantria dispar japonica* es un voraz defoliador en su estadio de larva, en su estadio de adulto no se alimenta ya que carece de aparato bucal. No reporta hábitos depredadores sobre otras especies de insectos.

19. ¿La especie es hospedero y/o vector de patógenos o plagas reconocidos?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

*Lymantria dispar japonica* no se reporta como hospedero o vector de patógenos o plagas (Molet, 2012).

20. ¿La especie, al menos en uno de sus estadios, ha desarrollado mecanismos de supervivencia que potencialicen su establecimiento y efectos adversos?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

La diapausa es un importante mecanismo de adaptación que permite la supervivencia ante condiciones desfavorables, principalmente de temperatura. En el caso de *Lymantria dispar* la diapausa se presenta en el estadio de huevecillo, lo que le permite sobrevivir durante el invierno, incluso bajo nieve y mantenerse viables de 9 a 24 meses (Molet, 2012; GISD, 2015; SAG, 2015; CABI, 2019; EPPO, 2019; SENASICA, 2019a). Se reporta que en el caso de *Lymantria dispar japonica* los

huevecillos requieren de una exposición más corta a bajas temperaturas para completar la diapausa (Arimoto & Iwaizumi, 2014). En primavera eclosionan, cuando las condiciones de temperatura le son favorables (Sasaki *et al.*, 2016).

## 21. ¿La especie es versátil en relación a la utilización de hábitat?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar japonica* es una subespecie cuyo hábitat son bosques caducifolios de hoja ancha o de coníferas, plantaciones de árboles frutales y ornamentales (Molet, 2012; Sasaki *et al.*, 2016).

Estos hábitats están estrechamente relacionados con la presencia de especies hospedantes. En este sentido, PNUD México (2019), identificó 45 especies de importancia forestal y agrícola que se encuentran distribuidos 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*), píceas (*Picea engelmannii*), ciruelo europeo (*Prunus domestica*) y arce negundo (*Acer negundo*). Adicionalmente SENASICA (2019a), reporta el nogal (*Juglans regia*), manzano (*Malus domestica*), durazno (*Prunus pérsica*), pera (*Pyrus spp.*), lichi (*Litchi chinensis*), pistacho (*Pistacia vera*), chabacano (*Prunus armeniaca*) y cerezo (*Prunus cerasus*).

Se han realizado estudios para estimar la distribución potencial de *Lymantria dispar*, con base de las condiciones climáticas, uno de ellos para la región de Sudamérica, donde se determinó que *L. dispar* podría establecerse en los bosques andinos desde el norte de Argentina, hasta Venezuela, la mata atlántica brasileña, áreas costeras litorales de Uruguay y Argentina y el área mediterránea del centro y sur de Chile. Este estudio tomo como referencia la información disponible para *Lymantria dispar dispar*, en función de la poca información para las subespecies asiáticas (*Lymantria dispar dispar asiatica* y *Lymantria dispar japonica*), y asume que estas se comportarían y establecerían en lugares similares a los de *L. dispar dispar* (Heit *et al.*, 2014).

## 22. ¿La especie tiene flexibilidad en los hábitos de los diferentes estados biológicos (huevecillo, larva, pupa y adulto) y pueden ocupar diversos microhábitats?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Las hembras ovipositan en masas las cuales son fuertemente adheridas a la corteza de troncos y ramas del hospedante, sin embargo, cualquier sitio resguardado de lluvias, nevadas, insolación y otros fenómenos meteorológicos funcionará

adecuadamente como sitio de oviposición, sin que mantenga una relación como hospedante; 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. La larva de primer instar puede ser transportada con ayuda del viento hacia diferentes hospederos (Duvall, 2006; Cibrian *et al.*, 2009). Al emerger la hembra adulta de *Lymantria dispar asiatica* puede volar hasta entre 20 y 40 km, para buscar un lugar apropiado para la oviposición, en muchos casos las hembras grávidas, son atraídas hacia los puertos de embarque por la luz, principalmente al anochecer debido a sus hábitos crepusculares, lo que propicia que deposite masas de huevecillos en diversos sitios de la zona portuaria (Molet, 2012; Arimoto & Iwaizumi, 2014; CABI, 2019).

### 23. ¿El taxón tolera velocidad del viento en algún estadio de su ciclo de vida?

Respuesta: Sí

Certeza: Mayormente cierto

La larva se dispersa a lo largo de importantes superficies boscosas mediante un comportamiento conocido como “ballooning”, es decir, larvas recién eclosionadas hasta el segundo instar, 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).

### 24. ¿El hábito gregario de las larvas, deriva en una alimentación continua que defolia y daña a las especies hospedantes, incluso exponiéndolo a afectaciones secundarias?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar japonica* usualmente no presenta un hábito gregario (Molet, 2012).

### 25. ¿La especie requiere un tamaño de población mínimo para mantener poblaciones viables?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

El tamaño real de la población requerida para el establecimiento de *Lymantria dispar japonica* es incierto. Si bien, como regla general, se considera que cuanto mayor es el tamaño de la población fundadora, mayor es la probabilidad de establecimiento, es poco probable que haya un umbral preciso por encima del cual el establecimiento es seguro y por debajo del cual es imposible (MAF, 2008). En México, el programa de vigilancia considera la detección de un espécimen como el detonante de las medidas de erradicación para evitar el establecimiento de la población (SENASICA, 2019b).

26. ¿Presenta un amplio rango de hospedantes, de varias familias taxonómicas presentes en México?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Las especies hospedantes presentes en México, se reportan dentro de los siguientes 31 Géneros y 19 Familias Taxonómicas.

<b>Género</b>	<b>Familia</b>	<b>Referencia bibliográfica</b>
<i>Fraxinus</i>	Oleaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Lygustrum</i>	Oleaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Populus</i>	Salicaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; PNUD México, 2019.
<i>Salix</i>	Salicaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Ulmus</i>	Ulmaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Malus</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; PNUD México, 2019; SENASICA, 2019a.
<i>Pyrus</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; PNUD México, 2019; SENASICA, 2019a.
<i>Prunus</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009; SENASICA, 2019a; PNUD México, 2019.
<i>Pyracantha</i>	Rosácea	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Platanus</i>	Platanaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Liquidambar</i>	Altingiaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Cupressus</i>	Cupressaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Juniperus</i>	Cupressaceae	Cibrian <i>et al.</i> , 2009.
<i>Acer</i>	Sapindaceae	PNUD México, 2019.
<i>Alnus</i>	Betulaceae	PNUD México, 2019.
<i>Ostrya</i>	Betulaceae	PNUD México, 2019.
<i>Castanea</i>	Fagaceae	PNUD México, 2019.
<i>Fagus</i>	Fagaceae	PNUD México, 2019.

<i>Quercus</i>	Fagaceae	PNUD México, 2019.
<i>Eucalyptus</i>	Myrtaceae	PNUD México, 2019.
<i>Litchi</i>	Sapindaceae	PNUD México, 2019; SENASICA, 2019a.
<i>Larix</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019.
<i>Picea</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019.
<i>Pinus</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019.
<i>Pseudotsuga</i>	Pinaceae	PNUD México, 2019.
<i>Rhus</i>	Anacardiaceae	PNUD México, 2019.
<i>Pistacea</i>	Anacardiaceae	PNUD México, 2019; SENASICA, 2019a.
<i>Robinia</i>	Fabaceae	PNUD México, 2019.
<i>Tilia</i>	Malvaceae	PNUD México, 2019.
<i>Vaccinium</i>	Ericaceae	PNUD México, 2019: SENASICA, 2019a.
<i>Juglans</i>	Juglandaceae	SENASICA, 2019a.

27. ¿Los hábitos alimenticios, o de otro tipo, de esta especie, reducen la calidad de hábitat para especies nativas?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Debido al hábito alimenticio de la larva, el cual ocasiona la defoliación de los árboles, la diversidad natural y la composición de especies de insectos, pájaros y otros animales nativos pueden verse alteradas durante los brotes de *Lymantria dispar*, debido a la reducción de refugios para sobrevivir, reducción de suministro de alimentos y otros beneficios proporcionados por los árboles hospedantes (GISD, 2015).

28. ¿La especie es capaz de hibridizar de manera natural con especies nativas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

A través de la revisión bibliográfica, no se reporta que *Lymantria dispar japonica* sea capaz de hibridizar de manera natural con especies nativas.

29. ¿La especie es polivoltina, o existen evidencias de que puede pasar de univoltina a polivoltina cuando encuentra condiciones ambientales favorables?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

El ciclo de vida de *Lymantria dispar japonica*, presenta un ciclo univoltino, es decir, presenta una única generación al año bajo las condiciones ambientales en Japón (Molet, 2012).

30. ¿La especie depende de la presencia de otras especies (o características específicas de hábitat) para completar su ciclo biológico?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

El hábitat de *Lymantria dispar japonica* son bosques caducifolios de hoja ancha o de coníferas, naturales y artificiales, en zonas urbana y suburbanas, plantaciones de árboles frutales y ornamentales (Molet, 2012; Sasaki *et al.*, 2016), con disponibilidad de hospedantes adecuados para completar su ciclo biológico. Estos hábitats están estrechamente relacionados con la presencia de especies hospedantes. En este sentido, PNUD México (2019), identificó 45 especies de importancia forestal y agrícola que se encuentran distribuidos 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*), píceas (*Picea engelmannii*), ciruelo europeo (*Prunus domestica*) y arce negundo (*Acer negundo*). Adicionalmente SENASICA (2019a), reporta el nogal (*Juglans regia*), manzano (*Malus domestica*), durazno (*Prunus pérsica*), pera (*Pyrus spp.*), lichi (*Litchi chinensis*), pistacho (*Pistacia vera*), chabacano (*Prunus armeniaca*) y cerezo (*Prunus cerasus*).

Algunos autores discuten la posibilidad de que la posición geográfica, junto con la defoliación causada por la alimentación de las larvas de *L. dispar*, y otros factores ecológicos (ej. altitud, velocidad del viento y dirección, densidad poblacional, densidad de los estratos arbolados, y mosaico de vegetación) puedan influir en el desarrollo del ciclo del insecto (Ibáñez *et al.*, 2007).

31. ¿El rango de fecundidad de la especie es más alto en relación a especies similares?

Respuesta: No

Certeza: Mayormente cierto

*Lymantria dispar japonica* tiene un rango de oviposición entre 100 y 1000 huevecillos. El rango de fecundidad y oviposición para otras especies del mismo género es cercano (Pogue & Schaefer, 2007).

### 32. ¿La reproducción en esta especie es estacional?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Los adultos de *Lymantria dispar* emergen en un periodo de 10 a 14 días posterior a la pupa, durante el verano, de finales de junio a agosto, observándose los picos más altos de emergencia a mediados de julio (Hoover, 2000). Durante este estadio de adulto se da el periodo de reproducción. Los machos emergen de 1 a 2 días antes que las hembras y una vez que estas emergen inicia el apareamiento. Ambos adultos mueren después de que las hembras ovipositan entre julio - septiembre (McManus *et al.*, 1989; Molet, 2012).

### 33. ¿La especie presenta una alta tasa reproductiva?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Una hembra de *Lymantria dispar* puede ovipositar entre 100 y 1000 huevecillos en su vida (Molet, 2012). Lo que se considera una alta tasa reproductiva (SAG, 2015; Martínez *et al.*, 2017; SENASICA, 2019a).

### 34. ¿En esta especie la reproducción sexual ocurre para proliferar la población?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Al emerger los adultos de *Lymantria dispar* son sexualmente maduros, la hembra emite una feromona para atraer al macho y ocurra el apareamiento e iniciar inmediatamente con la oviposición lo que permite proliferar la población (Ibáñez *et al.*, 2007; GISD, 2015). Generalmente la hembra solo se apareada una vez (Sasaki *et al.*, 2016).

### 35. ¿La especie tiene una amplia capacidad de dispersión (especialmente o en términos de preferencias de hábitat) en su área de distribución natural?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar japonica* se ha dispersado en su área de distribución natural en Japón, en hábitats como bosques caducifolios de hoja ancha o de coníferas, en zonas urbana y suburbanas, plantaciones de árboles frutales y ornamentales (Molet, 2012; Sasaki *et al.*, 2016).

36. ¿Hay estadíos del ciclo que puedan dispersarse al área de interés de manera accidental o no intencional?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Las hembras adultas grávidas, son capaces de volar atraídas alrededor de las zonas cercanas a muelles como respuesta al estímulo de la luz (fototropismo) y estando en estas zonas ovipositan masas de huevecillos en barcos y contenedores o bien en mercancías como troncos, muebles, tarimas entre otros (Pogue & Schaefer, 2007); de tal forma que los huevecillos han sido transportados inadvertidamente a través del comercio internacional (USDA-FS, 1991; Arimoto & Iwaizumi, 2014).

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 establecerse.

En este mismo sentido, 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 llegar a través de las habilidades de vuelo como adulto o con ayuda del viento como larva, desde una alguna embarcación infestada (Heit *et al.*, 2014). Por lo que este escenario podría presentarse en el área de análisis de riesgo.

37. ¿Hay estadíos del ciclo que puedan dispersarse de manera intencional por intervención humana (y hábitats adecuados disponibles en la cercanía)?

Respuesta: No

Certeza: Muy cierto

La dispersión de masas de huevecillos en el caso de *Lymantria dispar japonica* no está documentada. Se menciona que algunas detecciones de las que han sucedido en Estados Unidos y Sudamérica los ejemplares colectados solo se han identificado a nivel de especie, sin embargo, por la procedencia de las embarcaciones se ha relacionado con *Lymantria dispar asiatica* (MAF, 2008). No hay reportes de su movilización intencional por intervención humana, como en el caso de *Lymantria dispar dispar*.

38. ¿Hay estadíos del ciclo que puedan dispersarse como contaminante de productos, materias primas o medios de transporte?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto.

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 nuevas áreas, la constituye el transporte inadvertido de masas de huevecillos viables adheridos a las cubiertas de barcos y contenedores que participan en el comercio internacional y de esta forma puede dispersarse al área de análisis de riesgo (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, tarimas entre otros (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, 2012; GISD, 2015).

39. ¿La dispersión de la especie depende de la densidad?

Respuesta: No

Certeza: Mayormente cierto

Tomando como referencia los elementos documentados para *Lymantria dispar dispar* y asumiendo que su tasa de dispersión fuera similar, a partir de densidades de población muy bajas, se reporta una tasa de dispersión, en promedio 14.6 km por año (Golstein *et al.*, 2018).

40. ¿La especie tiene un amplio rango de tolerancia de temperatura y régimen de humedad?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

En estadio de huevecillo presentan un periodo de diapausa obligatoria, el cual le permite sobrevivir tolerando temperatura (incluso bajo cero) y humedad extrema

(GISD, 2015). Se ha observado que cuando los huevecillos son expuestos a periodos de prolongados de frío su eclosión es de una manera más sincronizada. Los días grado necesarios para la transición de huevecillo a larva a una temperatura diaria promedio de 10°C es de 27.5 días (MAF, 2008). La temperatura tiene un peso importante en el patrón de emergencia de las larvas; la tasa de desarrollo larval óptima es a los 29°C, mientras que experimentaron problemas durante el proceso de muda a la temperatura más alta de 30°C y más baja de 10 °C. La temperatura también tiene una fuerte influencia en el tiempo de pupación, el promedio se considera 27 días a 20°C para las hembras y 28.5 días para los machos. En cuanto a los adultos, en las hembras se señala una reducción significativa en la fecundidad y fertilidad a una temperatura de 30°C. Lo anterior, sugiere que el desarrollo y sobrevivencia de la especie en estado adulto, puede ser limitada por las temperaturas extremas (Limbu *et al.*, 2017; SENASICA, 2019a).

41. ¿Esta especie se ha utilizado en control biológico fuera de su área de distribución natural?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se cuenta con reportes de que la especie se ha utilizado en control biológico.

42. ¿La dispersión de la especie es favorecida en zonas urbanas, agrícolas y silvícolas?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

Se tienen reportes de que *Lymantria dispar japonica* ha afectado arbolado urbano, suburbano, plantaciones de arboles frutales y bosques (Molet, 2012).

43. ¿La especie puede ser transportada de manera accidental a la proximidad de áreas naturales protegidas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Muy cierto

La movilización hacia el interior del país de productos infestados con masas de huevecillos de *Lymantria dispar*, en forma inadvertida podría ser una vía para ser transportada a la proximidad de áreas naturales protegidas. Se ha observado que, al interior de Estados Unidos y Canadá, la movilización interna de productos infestados es un factor crítico, por lo que se regula la movilización de productos de zonas infestadas (cuarentenadas) a zonas no infestadas, para reducir el riesgo de la dispersión (ISC, 2015).

44. ¿Puede esta especie resistir el cambio de un lugar a otro sin que sus capacidades alimenticias y reproductivas se vean afectadas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Muy cierto

Hasta ahora tanto *Lymantria dispar dispar* como *Lymantria dispar asiatica* han logrado resistir el cambio de Eurasia a Norteamérica. Se tiene la preocupación de que esta subespecie también pueda adaptarse, en cuanto a sus capacidades alimenticias y reproductivas. Se considera que el hábito polífago, podría ser de las dimensiones de *Lymantria dispar asiatica*, y que la larva se alimente de un amplio rango de especies hospedantes distribuidas en hábitats como bosques y zonas urbanas.

45. ¿Se ha reportado la presencia de enemigos naturales eficientes de la especie en el área donde se efectúa el análisis de riesgo?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente incierto

Los enemigos naturales se han estudiado ampliamente en los sitios donde se encuentra *Lymantria dispar*. En Norteamérica, 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). Asimismo, el hongo entomopatógeno *Entomophaga maimaigi*, que causa mortalidad en larvas y pupas de *Lymantria dispar* en Europa y Asia, fue introducido a Estados Unidos y Canadá (Georgiev *et al.*, 2019). No se encontraron reportes con suficiente sustento que respalde la presencia de estos enemigos naturales en el área de análisis de riesgo.

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; CABI, 2019). El uso de Bt si se tiene documentado en el área de análisis de riesgo, para otras plagas objetivo.

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 japonica*, 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.

#### 46. ¿La especie tolera o se beneficia de la perturbación ambiental?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

*Lymantria dispar* tolera la perturbación ambiental, ya que presenta una periodicidad cíclica en su dinámica de población, la cual ha quedado constatada a escala europea (Junta de Andalucía, s/a). En Estados Unidos y Canadá, también se ha observado este comportamiento (USDA-FS, 2017). Este ciclo dura aproximadamente diez años en los que durante los primeros siete años pasa de la fase inofensiva a la fase perjudicial y se suponen otros tres años más de persistencia como plaga (MAF, 2008). Las causas de esta fluctuación están en relación con el comportamiento del complejo de predadores y parásitos asociados, con el tipo y calidad de alimentación y con factores ambientales existente. Después de esta fase las poblaciones de *Lymantria dispar* pueden permanecer en índices bajos e incluso imperceptibles por el siguiente ciclo de diez años antes de producirse nuevas infestaciones (Junta de Andalucía, s/a; USDA-FS, 2017).

#### 47. ¿Esta especie tolera o ha desarrollado resistencia a algunos insecticidas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Mayormente cierto

No se reporta desarrollo de tolerancia o resistencia a algunos insecticidas.

#### 48. ¿Esta especie tolera un espectro más amplio de variables ambientales (humedad, altitud, temperatura, niveles de contaminación ambiental, en adición de otros factores como resistencia a insecticidas y perturbación ambiental) que las especies nativas?

Respuesta: Se desconoce

Certeza: Muy incierto

No se encontraron reportes que contrasten el espectro de tolerancia a distintas variables ambientales, en adición de otros factores como resistencia y perturbación

ambiental que las especies nativas. Sin embargo, se reporta una buena respuesta ante cambios ambientales naturales o provocados por las actividades humanas.

49. ¿Esta especie presenta escasa diversidad genética (variantes alélicas) de sus poblaciones que permitan tolerar factores ambientales, químicos o de comportamiento más amplio?

Respuesta: Sí

Certeza: Muy cierto

En investigaciones realizadas sobre diferentes poblaciones de *Lymantria dispar* de diferentes partes de China, sobre el grado de polimorfismo, diversidad genética y estructura genética, sugieren que individuos de Hebei (uno de los lugares de muestro en China), podría adaptarse mejor a diferentes entornos y dispersarse a nuevos hábitats (Chen *et al.*, 2013).

## 6 Reporte de análisis de riesgo *Lymantria dispar japonica*

Puntuación numérica. La mayoría de las respuestas son trasladadas a una puntuación numérica, con valores positivos (1 o 2) asignados para reflejar un riesgo elevado, el valor cero para reflejar riesgo intermedio y un valor negativo (-1) dado para reflejar riesgo bajo o insignificante. Las secciones de “clima”, la comparación climática se basa en un sistema aprobado como Climex, GARP entre otras. Si no está disponible, a continuación, asignar la puntuación máxima (2). La calidad es una estimación de la exhaustividad con que se utilizan los datos para generar el análisis del clima. Si no está disponible, entonces la puntuación mínima (0) debe ser asignado. Se debe tomar en cuenta; temperatura, presión atmosférica, viento, humedad y lluvia. A partir de las respuestas calibradas de acuerdo al diseño de la herramienta ISK (CONABIO, 2019), se calcula una puntuación numérica usando los niveles umbrales siguientes:

Aceptado : < 0= bajo riesgo

Evaluado : 1-18 = riesgo medio

Rechazado: ≥ 19 = alto riesgo

Mediante la herramienta de evaluación ISK, se obtuvo el siguiente resultado:  
**Especie de alto riesgo: 28 puntos.**

Resultado	Rechazar
<b>Puntuación</b>	<b>28</b>
<b>Biogeografía</b>	9
<b>Bloques de puntuación Atributos no deseados</b>	6
<b>Biología/ecología</b>	13
<b>Biogeografía</b>	10
<b>Preguntas contestadas Atributos no deseados</b>	7
<b>Biología/ ecología</b>	19
<b>Total</b>	<b>36</b>
<b>Sistemas Forestales, agrícolas y zonas urbanas</b>	21
<b>Medio ambiente</b>	19
<b>Nociva</b>	1
<b>Total de preguntas</b>	49

## Conclusión

De acuerdo al resultado obtenido del análisis realizado, la palomilla gitana japonesa *Lymantria dispar japonica* es una especie exótica invasora de alto riesgo, que podría encontrar condiciones climáticas y de hospedantes propicias en México y convertirse en una plaga de importancia en ecosistemas forestales y agrícolas del país.

La vía de ingreso más probable serían los buques y las cargas de estos que provienen de las regiones infestadas en Asia y que arriban a los puertos mexicanos, por lo que la inspección de estos y el monitoreo preventivo en las áreas de alto riesgo de ingreso son medidas preventivas que ayudarían a una detección oportuna y la mitigación del riesgo.

## Recomendaciones

A pesar de que existe la Norma Regional de Medidas Fitosanitarias NRMF 33, Directrices para reglamentar la movilización de embarcaciones provenientes de áreas infestadas de la Palomilla Gitana Japonesa, no se encontraron evidencias de su implementación en México y tampoco de una norma oficial mexicana específica que establezca medidas fitosanitarias para evitar el ingreso de esta especie exótica invasora, por lo se recomienda la implementación de las disposiciones de dicha norma regional.

Para la NRMF 33, la Palomilla Gitana Asiática 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), por considerarse plagas cuarentenarias para los tres países miembros de la NAPPO. Por lo anterior, sería deseable llevar a cabo los análisis de riesgo correspondientes para *L. albescens*, *L. umbrosa* y *L. postalba* y considerarlas como plagas de importancia cuarentenaria para México para su regulación.

## Referencias bibliográficas

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.

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.

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/downloads/Joint-AGM-bulletin-USDA-CFIA.pdf](https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/gypsy_moth/downloads/Joint-AGM-bulletin-USDA-CFIA.pdf). Fecha de consulta: agosto 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 para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2019. Herramienta de identificación de riesgos para especies exóticas de peces (FISK). En línea: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/FISK.html>. Fecha de consulta: junio 2019.

Chen, F., Shi, J., Luo, Y., Sun, S. & Pu, M. 2013. Genetic Characterization of the Gypsy Moth from China (Lepidoptera, Lymantriidae) Using Inter Simple Sequence Repeats Markers. PLoS ONE 8(8): e73017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073017>.

Cibrian, T. D., Burke, R. A., Cibrían, 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.

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

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.

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

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.

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.

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

Ibáñez, J. A., Soto, M., Martínez, G. E. & Pérez-Laorga, A. 2007. Distribución y abundancia de *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Lymantriidae) en las principales masas de carrasca *Quercus ilex* (L.) subsp. *rotundifolia* (Lam.) y alcornoque *Quercus suber* (L.) de la Comunitat Valenciana. *Bol. San. Veg. Plagas*. 33: 491-502.

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.

Junta de Andalucía. 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. En línea: [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/web/temas\\_ambientales/montes/sanidad\\_forestal/planes\\_lucha\\_integrada/pli\\_lagarta\\_peluda.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/montes/sanidad_forestal/planes_lucha_integrada/pli_lagarta_peluda.pdf). Fecha de consulta julio de 2019. 44 pp.

Lovett, G. M., Weiss, M., Liebhold, M. A., Holmes P. T., Leung, B., Lambert, F. K., Orwig, A. D., Cambell, T. F., Rosenthal, J., McCullough, G. D., Willdova, R., Ayres, P. M., Canham, 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):1–19. DOI 10.1890/15-1176.1.

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>. Fecha de consulta: junio 2019.

Martínez, J. G. N., Delgadillo, V. I., Hernández-Rivero, R., López, B. J. A., González, G. R. 2017. Estrategias de detección para palomilla gitana asiática (*Lymantria dispar asiatica*) (Lepidoptera: Lymantriidae) y gorgojo khapra *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae). *Entomología mexicana*. 4: 390–395.

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. 2012. CPHST Pest Datasheet for *Lymantria dispar japonica*. USDA-APHIS-PPQ-CPHST. Última actualización 4 de febrero de 2014.

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.

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.

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-moth-CP-2009.pdf>. Fecha de consulta: Junio de 2019.

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.

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.

Sasaki, T., Jikumar, 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.

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 Agrícola y Ganadero Gobierno de Chile. (SAG). 2018. Presión de ingreso a Chile de plagas forestales en medios de transporte marítimo. División Protección Agrícola y Forestal. Departamento Sanidad Vegetal. Subdepartamento Vigilancia y Control de Plagas Forestales. Primera Edición Digital. Diciembre 2018.

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](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). 2019a. Palomilla gitana asiática (*Lymantria dispar*) Linnaeus 1758. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la colaboración del Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria (LaNREF) Cd. De México. Última actualización: enero de 2019. Ficha técnica No. 65. 19p.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2019b. Seguimiento de estrategias operativas para Palomilla Gitana (*Lymantria*

*dispar*). En línea: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/palomilla-gitana-104939>.

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/](https://www.nrs.fs.fed.us/disturbance/invasive_species/asiangm/). Fecha de consulta: junio 2019.