



NAPPO

North American Plant Protection Organization
Organización Norteamericana de Protección a las Plantas
MEXICO - USA - CANADA

Documento de Ciencia y Tecnología de la NAPPO

CT 07.

Riesgos relacionados con la introducción de especies de palomillas penacho exóticas (Lepidoptera: Erebidae: Lymantriinae) de posible interés para la región de la NAPPO

Preparado por los miembros del Grupo de expertos en limántridos de la NAPPO

Dave Holden, (ACIA), Thierry Poiré (ACIA), Glenn Fowler (APHIS-PPQ), Gericke Cook (APHIS-VS), Daniel Bravo (SENASICA), Norma Patricia Miranda (SEMARNAT), María Eugenia Guerrero (SEMARNAT), Eduardo Jiménez Quiroz (SEMARNAT), Gustavo Hernández (SEMARNAT), Clemente de Jesús García Ávila (SENASICA) y Oscar Trejo (SEMARNAT).

Secretaría de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO)

1730 Varsity Drive, Suite 145

Raleigh, Carolina del Norte 27606-5202

Estados Unidos de America

Aprobación virtual de los productos de la NAPPO

Dadas las restricciones existentes para realizar viajes que se han establecido a raíz de la pandemia de la COVID-19, el Equipo de Manejo de la NAPPO aprobó de manera unánime un proceso provisional para la aprobación virtual de sus productos.

A partir de enero del 2021 y hasta nuevo aviso, se incluirá esta declaración a cada producto de la NAPPO que se haya aprobado en vez de la página con las firmas originales del Comité Ejecutivo.

El documento de Ciencia y Tecnología - ***Riesgos relacionados con la introducción de Lymantriinae exóticos (Lepidoptera: Erebidae: Lymantriinae] de posible interés para la región de la NAPPO***— fue aprobado por el Comité Ejecutivo de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO) – ver fechas de aprobación debajo de cada firma - y entrará en vigor a partir de la fecha más reciente indicada abajo.

Aprobada por:

Greg Wolff

Greg Wolff
Miembro del Comité Ejecutivo
Canadá
Fecha [19 de marzo del 2021](#)

Osama El-Lissy

Osama El-Lissy
Miembro del Comité Ejecutivo
Estados Unidos
Fecha [19 de marzo del 2021](#)

Francisco Ramírez y Ramírez

Francisco Ramírez y Ramírez
Miembro del Comité Ejecutivo
México
Fecha [19 de marzo del 2021](#)

RE: Documento de CyT Limantridos - aprobacion virtual por parte del CE de la NAPPO / S&T document Lymantriids - virtual approval



Wolff, Greg (CFIA/ACIA) <greg.wolff@canada.ca>

To: Stephanie Bloem; El-Lissy, Osama A - APHIS; John Greifer; francisco.ramirez@senasica.gob.mx

Cc: Cote, Steve (CFIA/ACIA); Abad, Patricia V - APHIS; Dubon, Stephanie M - APHIS; Ana Lilia Montealegre; Alonso Suazo; Nedelka Marin-Martinez; Sofia Baez; Maribel Hurtado; Craig Regelbrugge; Mario Puente; Andrew Morse

You replied to this message on 3/19/2021 4:41 PM.

Reply

Congratulations to all again

Canada supports this

Regards

Greg

RE: Documento de CyT Limantridos - aprobacion virtual por parte del CE de la NAPPO / S&T document Lymantriids - virtual approval I



El-Lissy, Osama A - APHIS <osama.a.el-lissy@usda.gov>

To: Stephanie Bloem; Wolff, Greg (CFIA/ACIA); Greifer, John K - APHIS; francisco.ramirez@senasica.gob.mx

Cc: Cote, Steve (CFIA/ACIA); Abad, Patricia V - APHIS; Dubon, Stephanie M - APHIS; Ana Lilia Montealegre; Alonso Suazo; Nedelka Marin-Martinez; Sofia Baez; Maribel Hurtado; Craig Regelbrugge; Mario Puente; Andrew Morse

Reply

Hi Stephanie,

Wait no more, the US team appreciates the great work and support the approval of the document.

Have a great weekend, everyone!

Osama

Dr. Osama A. El-Lissy
Deputy Administrator
USDA APHIS Plant Protection and Quarantine

RE: Documento de CyT Limantridos - aprobacion virtual por parte del CE de la NAPPO / S&T document Lymantriids - virtual approval by the NAPPO EC



Francisco Ramirez y Ramirez <francisco.ramirez@senasica.gob.mx>

To: Stephanie Bloem; Wolff, Greg (CFIA/ACIA); El-Lissy, Osama A - APHIS; John Greifer

Cc: Cote, Steve (CFIA/ACIA); Abad, Patricia V - APHIS; Dubon, Stephanie M - APHIS; Ana Lilia Montealegre Lara; Alonso Suazo; Nedelka Marin-Martinez; Sofia Baez; Maribel Hurtado; Craig Regelbrugge; DC35; Andrew Morse

Thank you Stephanie, I welcome the news and take note of the adoption procedure. We support the proposal.

Regards,

Atentamente



Ing. Francisco Ramírez y Ramírez
Director General de Sanidad Vegetal

Insurgentes Sur, No. 489, P-7,
Col. Hipódromo, Cuauhtémoc, CP 06100, CDMX
Teléfono: (55) 5905 1000 Ext. 51518
francisco.ramirez@senasica.gob.mx

Dirección General de Sanidad Vegetal

Por favor no imprima este correo, a no ser que sea indispensable. ¡Gracias por cuidar el mundo!
La información que se envía al destinatario mediante esta transmisión es propiedad exclusiva de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Si usted no es el destinatario de esta información o si la ha recibido por error, se le comunica que la copia, distribución, modificación, retransmisión, revelación o uso en cualquier forma, está estrictamente prohibida.

Índice	Página
Aprobación virtual de los productos de la NAPPO	2
1.0 ÁMBITO Y FINALIDAD	5
2.0 TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA	6
2.1 Número de especies y su distribución.....	6
3.0 CARACTERÍSTICAS Y BIOLOGÍA DE LOS LIMÁNTRIDOS	7
4.0 HOSPEDANTES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA Y AMBIENTAL	8
5.0 MARCOS NORMATIVO Y FITOSANITARIO.....	8
5.1 Canadá.....	9
5.2 Estados Unidos.....	9
5.3 México	10
6.0 PROBABILIDAD DE INTRODUCCIÓN Y DISPERSIÓN DE ESPECIES DE LIMÁNTRIDOS EN LA REGIÓN DE LA NAPPO: NECESIDADES Y BRECHAS EN LA INFORMACIÓN	11
7.0 ENFOQUE Y MÉTODOS	12
7.1 Verificación de especies de posible interés para la región de la NAPPO	12
7.2 Modelo y ficha técnica de evaluación del riesgo	12
7.3 Análisis de la incertidumbre	15
8.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
8.1 Resultados generales	15
8.2 Caracterización de la incertidumbre	16
9.0 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y SIGUIENTES PASOS.....	17
10.0 RECONOCIMIENTOS	18
11.0 REFERENCIAS	18
12.0 FIGURAS Y CUADROS	22
13.0 APÉNDICES.....	25

1.0 ÁMBITO Y FINALIDAD

El presente proyecto se realizó para recolectar información adicional sobre palomillas penacho exóticas y especies relacionadas, derivado de los informes crecientes de intercepciones en los diversos puertos de entrada en la región de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO). Por consiguiente, se resaltó la necesidad de entender y caracterizar más a fondo el riesgo creciente de introducciones de palomillas penacho hacia la región de la NAPPO.

La familia de la palomilla penacho, conocida anteriormente como la familia Lymantriidae, se transfirió recientemente a la familia Erebidae, subfamilia Lymantriinae (Zahiri *et al.* 2010). Por razones de simplicidad, a estas las denominaremos limántridos en el presente documento.

Los limántridos son un grupo importante de insectos defoliadores de especies de plantas forestales y agrícolas en todo el mundo. El crecimiento del comercio mundial, incluso en áreas con gran diversidad de limántridos, junto con una amplia diversidad de sus hospederos posibles, aumenta el riesgo general de introducción y dispersión de algunas especies de limántridos en la región de la NAPPO. El establecimiento de algunos limántridos en la región de la NAPPO, como el complejo de especies de palomillas gitanas asiáticas (PGA) (*Lymantria dispar asiatica*, *L. dispar japonica*, *L. albescens*, *L. umbrosa* y *L. postalba*) (Pogue y Schaefer, 2007), podrían dar lugar a efectos económicos y ambientales considerables en Norteamérica. Djoumad *et al.*, (2019) clasificó a *L. postalba* como subespecie de *L. albescens*.

El complejo de especies de la PGA son plagas de importancia cuarentenaria en todos los países miembros de la NAPPO. Las posibles vías de introducción incluyen los cargamentos, así como las embarcaciones marítimas y otros tipos de medios de transporte que están relacionados con el comercio internacional. La NAPPO elaboró una norma regional sobre medidas fitosanitarias (NRMF 33 – *Directrices para reglamentar la movilización de embarcaciones provenientes de áreas infestadas de palomilla gitana asiática*) para contribuir con la disminución del riesgo de introducción de la PGA mediante la certificación de las embarcaciones marítimas que viajan de países reglamentados por la PGA hacia la región de la NAPPO, durante los períodos de riesgo especificados (PRE)¹ de vuelo y oviposición de masas de huevecillos de la palomilla.

Las intercepciones de masas de huevecillos que pertenecen a otras especies de limántridos (*Lymantria mathura*, *L. xyliina* y *L. lucescens*) tanto en Canadá como en Estados Unidos (EE. UU.) en embarcaciones que provienen de Asia (intercepciones de plagas de la ACIA, 2020; PestID, 2020) ilustran claramente un riesgo adicional de introducción y ponen de relieve la necesidad de que los países miembros de la NAPPO examinen esta posibilidad de otras especies de limántridos. Este documento resume los datos de otros limántridos de importancia económica para brindar apoyo a las entidades normativas en los países miembros de la NAPPO con la elaboración de programas y directrices dirigidas a disminuir el riesgo de introducción de estas especies a la región de la NAPPO. La información que se presenta aquí también será útil para

¹ El período de riesgo especificado se define como el tiempo en cada área reglamentada cuando hay un riesgo alto de que la palomilla vuele y de oviposición de masas de huevecillos en las embarcaciones marítimas y otros artículos.

ampliar el ámbito de la NRMF 33 con el fin de fortalecer el perímetro de protección para Norteamérica.

Este proyecto tuvo como objetivo apoyar las decisiones normativas en los países miembros de la NAPPO mediante:

1. el ofrecimiento de información sobre especies de limántridos seleccionadas que pudieran introducirse a nuestra región a través del comercio internacional u otras vías;
2. la elaboración y utilización de una metodología de evaluación del riesgo para verificar rápidamente estas especies y caracterizar eficazmente su riesgo de plaga y
3. la clasificación de estas especies según su riesgo de plaga.

2.0 TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA

La mayoría de las investigaciones taxonómicas y sistemáticas acerca de los limántridos se han recopilado en los inventarios faunísticos regionales, por ejemplo, *Moths of North America* y *Moths of Borneo* (Ferguson, 1978; Holloway, 1999; Pogue y Schaefer 2007). En Wang (2015) y Kristensen (1998) se puede encontrar información adicional sobre la taxonomía de los limántridos. Más recientemente, los estudios filogenéticos han reclasificado a la familia Lymantriidae como la subfamilia Lymantriinae dentro de la recién formada familia Erebidae (Zahiri *et al.*, 2010; Zahiri *et al.*, 2012). También se han realizado revisiones recientes a los géneros *Calliteara* (Witt y Trofimova 2016) y *Lymantria* (Schintlmeister, 2004) dentro de los Lymantriinae. Además, se han llevado a cabo diversos estudios regionales que incluyen varias especies de plagas de *Lymantria* (Arimoto y Iwaizumi, 2014; Djoumad *et al.*, 2017; Djoumad *et al.*, 2019; Inou *et al.*, 2019).

2.1 Número de especies y su distribución

Los limántridos son un grupo de importancia económica dentro de la familia Erebidae, con especies que se encuentran presentes en todos los continentes, excepto Antártica. La mayoría de la diversidad de las especies se encuentra en las áreas tropicales de África, India y el Sudeste Asiático. La diversidad de las especies de limántridos en Madagascar es alta, 258 especies catalogadas, muchas de las cuales son endémicas (Griveaud, 1977). Los limántridos se encuentran particularmente ausentes en las islas de Nueva Zelanda, las Antillas, Hawái y en la mayoría de las islas del Sur del Pacífico, excepto Fiji, Nueva Caledonia y otras islas del sudeste (Ferguson, 1978; Holloway, 1979; Schaefer, 1989; GBIF).

Heppner (1991) sugirió una división de las 2,416 especies de la anterior familia Lymantriidae, de acuerdo con las regiones donde están presentes, de la siguiente manera: afrotropical (1,004), este oriental a las Molucas (742), australiana incluidas Nueva Guinea e islas hacia el este (255), paleártica (203), neotropical (180) y neártico (32).

Derivado de los diferentes estudios regionales realizados desde los años 50 hasta principios de los años 80, los cuales han ilustrado la densidad alta de las especies en algunas áreas, se elaboró un catálogo tentativo de limántridos que existen, el cual incluye cerca de 355 nombres genéricos y 3,065 especies reconocidas (Schaefer, 1989). Schaefer consideró a los géneros con

20 o más especies «géneros principales». En el catálogo de Schaefer, 21 géneros abarcan 2,159 especies o más del 70 % de las especies conocidas (Schaefer, 1989) en comparación con más de 2,500 especies en aproximadamente 360 géneros indicados por Wang *et al.* (2015).

3.0 CARACTERÍSTICAS Y BIOLOGÍA DE LOS LIMÁNTRIDOS

Diversos limántridos se caracterizan por la presencia de mechones en la superficie dorsal de las larvas, de allí el nombre palomilla penacho (Scoble, 1992). Curiosamente, estas palomillas se desarrollan durante los estadios posteriores y no están presentes cuando las larvas emergen de los huevecillos. Muchas larvas se reconocen debido a sus proyecciones de pelos coloridos tales como penachos de setas radiadas y penachos densos (como en las especies de *Orgyia*) [Stehr, 1987]. Algunas de ellas (por ejemplo, muchas especies del género *Euproctis*) poseen pelos urticantes los cuales pueden causar reacciones alérgicas graves cuando entran en contacto con la piel humana (Scoble, 1992). Las larvas poseen una o dos glándulas dorsales medias sobre los segmentos abdominales número 6 y 7 (Ferguson, 1978; Witt y Trofimova, 2016). Las glándulas son frecuentemente de colores vivos con tonos en rojo, naranja o amarillo (Scoble, 1992). Se considera que su función puede ser un mecanismo de defensa.

Los adultos generalmente tienen colores crípticos, lo cual les brinda un buen camuflaje entre la corteza de los árboles, líquenes u hojas donde se posan con frecuencia. En la mayoría de las especies, los adultos presentan dimorfismo, siendo el macho normalmente más pequeño y oscuro que las hembras y con antenas bipectinadas muy prominentes en los machos y menos en las hembras. Las espínulas divergentes, similares a las cerdas, en el extremo de cada segmento antenal tienen características que se utilizan para el diagnóstico (Ferguson, 1978). Los adultos de muchas especies son monocromáticos (de tonos blancos o amarillos) (Schaefer, 1989), poseen un haustellum reducido o carecen de este, no se alimentan, y por ende tienen una vida corta que dura algunas semanas (Ferguson, 1978). En algunas especies las hembras no tienen alas. En la mayoría de las especies, las hembras tienen un penacho de seda en la parte posterior del abdomen el cual usan para cubrir y proteger la masa de huevecillos. La mayoría son de hábito nocturno, univoltinas y se ven atraídas por la luz (Grundy y Lowe, 2010; Herbison-Evans y Crossley, 2017; Waring y Townsend, 2017).

Los limántridos se dispersan de muchas formas: 1) las hembras de algunas especies son capaces de volar, 2) las masas de huevecillos resilientes que se encuentran en estado latente por varios meses pueden depositarse en las superficies que se mueven a largas distancias a causa de las actividades de los humanos (p. ej., depositándolos en los barcos, cargamentos o artículos personales) o 3) con los primeros estadios de las larvas que flotan con las corrientes generadas por el viento (un comportamiento conocido como vuelo arácnido).

Las larvas son sumamente polífagas y muchas especies en la subfamilia Lymantriinae son plagas agrícolas y forestales. Entre los ejemplos de especies de plagas se incluyen la palomilla gitana (*Lymantria dispar*), la oruga de zurrón (*Euproctis chrysorrhoea*), la polilla de la manzana de alas pintadas (*Orgyia anartoides*) y la monja (*Lymantria monacha*). Estas especies tienen fecundidad alta que pueden dar lugar a un aumento considerable de la población en una sola generación. Por ejemplo, en Taiwán la palomilla de la casuarina (*Lymantria xyliana*) ovipositó masas de

huevecillos que alcanzaron entre 180 y 1,544 huevecillos por masa (Chao *et al.*, 2001). Al igual que con muchas plagas de importancia económica, algunos limántridos sufren brotes cíclicos lo cual causa defoliaciones a gran escala de sus plantas hospederas. Los brotes también se han visto relacionados con una gran incidencia de dermatitis y otras condiciones cutáneas en los humanos debido a la naturaleza urticante de las setas de la larva (Scoble, 1992; Ooi *et al.* 1991).

4.0 HOSPEDANTES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA Y AMBIENTAL

Los limántridos son algunas de las plagas forestales más destructoras en el ámbito mundial (Pogue y Schaefer, 2007). También pueden causar daños serios a la agricultura y la vegetación en los entornos urbanos, donde igualmente pueden representar riesgos a la salud del público. Sus plantas hospederas son más conocidas en las regiones de clima templado del hemisferio norte. En las áreas tropicales, donde la diversidad de especies de plantas es mucho mayor, las plantas hospederas de limántridos y sus hábitos de alimentación relacionados no están bien documentados. Sin embargo, en términos generales, los árboles forestales y de sombra constituyen las fuentes de alimento principal. Los arbustos, las vides, las hierbas y los pastos tienen menor importancia. Al menos dos especies de limántridos se alimentan de líquenes y se sabe que una se alimenta de muérdagos (Schaefer, 1989).

Se sabe que las especies del género *Lymantria* se alimentan de más de 150 hospederos, principalmente de las especies forestales tales como: aliso (*Alnus* spp.), álamo (*Populus* spp.), abedul (*Betula* spp.), sauce (*Salix* spp.), espino (*Crataegus* spp.), alerce (*Larix* spp.), tilo (*Tilia* spp.), roble (*Quercus* spp.), pino (*Pinus* spp.), haya (*Fagus* spp.), enebro (*Juniperus* spp.), castaño (*Castanea* spp.), tsuga (*Tsuga* spp.), abeto (*Abies* spp.), pino australiano (*Casuarina equisetifolia*) y píceas (*Picea* spp.), entre otros (Pogue y Schaefer, 2007).

Además de las especies forestales mencionadas anteriormente, las especies del género *Lymantria* pueden alimentarse de plantas de importancia agrícola, entre las cuales se encuentran: ciruela (*Prunus domestica*), durazno (*Prunus persica*), almendra (*Prunus* spp.), manzana (*Malus domestica*), lichi (*Litchi chinensis*), longan (*Dimocarpus longan*) y pistacho (*Pistacia vera*) [Pogue y Schaefer, 2007].

5.0 MARCOS NORMATIVO Y FITOSANITARIO

La NAPPO elabora normas regionales con bases científicas que tienen como finalidad la protección de la agricultura, silvicultura y otros recursos vegetales de Norteamérica contra las plagas reglamentadas de las plantas, a la vez que facilitan el comercio seguro. La Norma Regional de la NAPPO sobre Medidas Fitosanitarias 33 (NRMF 33: *Directrices para reglamentar la movilización de embarcaciones provenientes de áreas infestadas de la palomilla gitana asiática*) brinda a los países miembros las directrices para minimizar la entrada de la palomilla gitana asiática (PGA) y su establecimiento. La NRMF 33 describe las opciones de manejo del riesgo para las embarcaciones que salen de los puertos que se encuentran ubicados en los países reglamentados por la PGA durante los períodos de riesgo especificados (PRE) (de vuelo y de oviposición de huevecillos) y que estén destinados a Norteamérica.

Los países de la NAPPO han establecido medidas y directivas normativas para minimizar el riesgo de introducción de las especies de limántridos, especialmente la PGA, a través de las embarcaciones infestadas o los productos de alto riesgo como los productos forestales, vehículos y árboles de Navidad.

5.1 Canadá

Las especies de limántridos que aparecen en la Lista de Plagas Reglamentadas de la Agencia Canadiense de Inspección Alimentaria (ACIA) incluyen a *Euproctis chrysorrhoea*, *Lymantria albescens*, *Lymantria dispar*, *Lymantria dispar asiatica*, *Lymantria dispar japonica*, *Lymantria mathura*, *Lymantria monacha*, *Lymantria umbrosa* y *Orgyia anartoides*.

La ACIA ha adoptado dos directivas de políticas con el fin de prevenir la introducción y dispersión de la palomilla gitana. La directiva D-95-03 describe las medidas normativas para prevenir la entrada de las subespecies asiáticas de la palomilla gitana en embarcaciones y su establecimiento en Canadá. En el ámbito nacional, la directiva D-98-09 indica los requisitos para el movimiento dentro de Canadá, la exportación de Canadá a Estados Unidos y la importación de artículos reglamentados desde Estados Unidos, los cuales pueden albergar cualquier estadio de vida de la especie europea de la palomilla gitana. Los artículos reglamentados según esta directiva incluyen al material propagativo de viveros, los árboles de Navidad, los productos forestales con corteza, todos los enseres domésticos para exteriores, los vehículos y equipos militares, recreativos y personales. Además, muchas otras directivas de políticas, por ejemplo, la directiva D-01-12 sobre la importación y el movimiento de leña, contiene requisitos cuya finalidad es la prevención de la introducción y dispersión de plagas cuarentenarias, incluida la palomilla gitana.

5.2 Estados Unidos

Los géneros y las especies de limántridos de importancia cuarentenaria para Estados Unidos son: *Dasychira*, *Euproctis*, *E. chrysorrhoea*, *E. similis*, *E. varians*, *Lymantria*, *L. dispar*, *L. dispar asiatica*, *L. dispar*, *L. mathura*, *L. monacha*, *L. umbrosa*, *L. xyilina*, *Nygmia varians*, *N. phaeorrhoea*, *Olene*, *Orgyia*, *O. thyellina*, *Somena scintillans* y *Thagona* (PestID, 2020). *Lymantria albescens* no se encuentra en PestID, pero es plaga accionable debido a que todas las especies del género *Lymantria* están reglamentadas. Además, Estados Unidos mantiene una cuarentena nacional para los estados infestados de palomilla gitana (7 CFR § 301.45, 2018). Esta cuarentena reglamenta el movimiento de productos que probablemente son vías para los estadios de vida de la palomilla gitana, p. ej., troncos, casas móviles y árboles de Navidad.

Estados Unidos también reglamenta artículos provenientes de áreas en Canadá que pudieran estar infestadas de la palomilla gitana (7 CFR § 319.77, 2018; 7 CFR § 330.301, 2018; USDA, 2017, 2018). El material hospedero de palomilla gitana proveniente de Canadá está reglamentado según 7 CFR § 319.77 y los productos canadienses de piedra y cantera están reglamentados según 7 CFR § 330.301. La madera proveniente de otros países hacia Estados

Unidos se somete a tratamiento, el cual mitiga el riesgo de infestación causado por la palomilla gitana.

Además, la Ley de Protección a las Plantas del 2000 (7 U.S.C. 7701-7772) brinda a Estados Unidos mayor autoridad para reglamentar las importaciones y el comercio interestatal de plantas, productos vegetales, organismos de control biológico, malezas nocivas, artículos y medios de transporte para prevenir la introducción o diseminación de plagas de plantas o malezas nocivas. Esta es la autoridad con la cual se rige el Programa estadounidense de inspección de embarcaciones en el extranjero para la palomilla gitana asiática (United States Asian Gypst Moth Offshore Vessel Inspection Program) con el fin de prevenir la entrada de las subespecies asiáticas de la palomilla gitana en embarcaciones y su establecimiento en Estados Unidos.

5.3 México

México cuenta con Normas Oficiales Mexicanas (NOM), mediante las cuales se establecen los requisitos fitosanitarios que hay que cumplir para la importación de algunos productos forestales. Las NOM ofrecen una lista de plagas reglamentadas para estos productos. *Lymantria dispar*, *L. dispar asiatica* y *L. dispar japonica*, son las únicas especies que se mencionan en las NOM. A continuación se indican estos reglamentos oficiales de México.

Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEMARNAT-2010, Que regula sanitariamente la importación de árboles de Navidad naturales de las especies de los géneros *Pinus* y *Abies* y la especie *Pseudotsuga menziesii*.

Norma Oficial Mexicana NOM-016-SEMARNAT-2013, Que regula fitosanitariamente la importación de madera aserrada nueva y el «Acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México», publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre del 2016, en el cual se menciona a *Orgyia pseudotsugata* y *Lymantria dispar* como dos especies exóticas de limántridos de interés para México.

En México, la familia Erebidae, subfamilia Lymantriidae no es bien conocida en términos de la diversidad, la biología y los hábitos de las especies, por lo que no hay mucha información disponible concerniente a la diversidad de las especies de limántridos en México.

Nota: la Iniciativa de Contenedores Marítimos de Norteamérica es otro programa para prevenir la introducción de plagas invasoras de plantas hacia Norteamérica, incluidas las plagas forestales y otras plagas de interés. Esta iniciativa reconoce el riesgo que representa el movimiento de contenedores marítimos contaminados y se centra en la limpieza, la manipulación y el envío de contenedores marítimos, las actividades educativas, de concientización y divulgación a todas las partes participantes con el fin de disminuir el riesgo de que los contenedores se contaminen de plagas de importancia cuarentenaria.

6.0 PROBABILIDAD DE INTRODUCCIÓN Y DISPERSIÓN DE ESPECIES DE LIMÁNTRIDOS EN LA REGIÓN DE LA NAPPO: NECESIDADES Y BRECHAS EN LA INFORMACIÓN

La probabilidad de introducción de especies de limántridos a la región de la NAPPO es alta debido al volumen elevado de embarcaciones y sus cargamentos que se mueven desde los países reglamentados hacia la región de la NAPPO, el movimiento de otros productos de alto riesgo y el gran número de especies hospederas de limántridos y condiciones climáticas adecuadas que están presentes/disponibles en esta región.

Las evidencias indican que los limántridos se han introducido a la región de la NAPPO y se han convertido en plagas de importancia económica. Por ejemplo, la palomilla gitana europea *Lymantria dispar* se importó de manera intencional a Massachusetts, Estados Unidos proveniente de Europa, a finales de los años 1860, para cruzarla con especies de palomillas nativas con el fin de producir seda. Desafortunadamente, se liberó accidentalmente al medio ambiente (Liebhold *et al.*, 1989). Desde entonces se ha distribuido ampliamente en la parte este de Norteamérica (USDA, 2019) y ha causado daños generalizados a los árboles forestales. *Euproctis chrysorrhoea*, otra plaga grave que afecta a los árboles forestales y de sombra en Norteamérica, fue introducida accidentalmente a Massachusetts desde Europa en 1897. Se detectó primero en el área de Boston a principios de los años 1897, y desde entonces se ha dispersado a partes del este de Estados Unidos y Canadá (Fernald y Kirkland, 1903; Kniest y Hoffman, 1984; CABI, 2020). Se recolectaron cinco adultos de *Lymantria monacha* en Brooklyn, Nueva York, Estados Unidos en luces de alumbrado público durante el verano de 1901. Se cree que esta especie no logró establecerse puesto que no se encontraron otros adultos en años posteriores (Holland, 1968).

Todos los estadios de vida de la palomilla gitana asiática (masas de huevecillos, larvas, pupas y adultos) y otras especies de limántridos (*Leucoma salisis*, *Lymantria mathura*, y *Lymantria xyliina*, entre otras) se han interceptado en la región de la NAPPO, principalmente durante las inspecciones realizadas en los puertos marítimos a embarcaciones y contenedores marítimos provenientes de Asia (Rusia, Japón, China, Filipinas y Corea) y Europa (Datos de intercepciones de plagas de la ACIA, 2020; PestID, 2020). También se ha informado sobre intercepciones de *Lymantria dispar* en Canadá en árboles de Navidad y material vegetal propagativo provenientes de Estados Unidos (Datos de intercepciones de plagas de la ACIA, 2020).

En menor medida, se han interceptado masas de huevecillos, larvas, pupas y adultos de limántridos accionables en los aeropuertos en Estados Unidos y Canadá en una variedad de vías incluidas el equipaje, el cargamento con permiso y cargamento general (AQAS, 2019 y 2020; ARM, 2020; PestID, 2020). Otras vías de importancia que se han identificado en los datos de inspección incluyen el equipo militar y agrícola, las flores cortadas, el material propagativo de viveros, la madera (embalaje de madera) y los efectos personales de los países en donde se encuentran las especies reglamentadas de limántridos (PestID, 2020; base de datos de la ACIA). Otras vías menos documentadas incluyen el comercio electrónico y contrabando. El gran número de intercepciones que se dieron a conocer y que se encontraban en las embarcaciones y los

contenedores marítimos sugieren que esta es la vía de entrada de mayor importancia a la región de la NAPPO.

El impacto económico y ambiental de la introducción y dispersión de las especies de limántridos hacia la región de la NAPPO podría ser considerable debido al gran número de especies hospedantes que pueden verse afectadas y las condiciones climáticas ideales que se encuentran en Norteamérica. Un modelo de evaluación del riesgo sencillo, eficaz y rápido facilitaría la caracterización y priorización de los riesgos que se presentan a las áreas susceptibles de Norteamérica. El modelo mejoraría nuestro entendimiento de las especies de mayor preocupación para la región de la NAPPO y brindaría información a las entidades normativas de sanidad vegetal de Norteamérica que toman decisiones. Además, la información recopilada podría utilizarse para revisar la norma regional de la NAPPO sobre la PGA (NRMF 33), mediante la expansión del número de especies de interés, el número de países reglamentados y/o la modificación/actualización de los períodos de riesgo especificados para las áreas reglamentadas.

7.0 ENFOQUE Y MÉTODOS

7.1 Verificación de especies de posible interés para la región de la NAPPO

Se generó una lista inicial de 189 especies de limántridos de interés, mediante la realización de la referencia cruzada de una lista de géneros hospederos de importancia económica en cada país miembro de la NAPPO frente a «HOSTS», la base de datos de plantas hospederas de lepidópteros (<http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/hostplants/> y <http://plants.usda.gov/java/>).

Se determinó posteriormente la distribución de las 189 especies de limántridos seleccionadas realizando una búsqueda con un rastreador en los archivos y las bases de datos del museo FUNET, utilizando un script en Python (

<https://www.nic.funet.fi/pub/sci/bio/life/insecta/lepidoptera/ditrysia/noctuoidea/erebidae/lymantrii/nae/>).

Cuando se seleccionaron las especies para realizar la evaluación del riesgo, se consideró la información que estaba disponible, tales como: los datos de intercepciones, la literatura científica acerca de los aspectos biológicos para cada especie (por ejemplo, la distribución geográfica, los hábitos de alimentación, los hospederos, la atracción por la luz, las formas de dispersión, los daños a las especies de plantas de importancia agrícola y forestal o en humanos) y los datos del hospedero. De las 189 especies seleccionadas originalmente, se seleccionaron 79 para el análisis posterior debido a las limitaciones de recursos, incluida la cantidad de información disponible.

7.2 Modelo y ficha técnica de evaluación del riesgo

Se diseñó una ficha técnica de evaluación del riesgo para realizar una verificación rápida de las especies de limántridos según su introducción, posibilidad de dispersión y efectos a la región de la NAPPO (apéndice 1). Las preguntas de las fichas técnicas se fundamentaron en las

discusiones del grupo de expertos, la información científica e información recopilada de otras evaluaciones del riesgo de plagas que se obtuvieron de la revisión de la base de datos y de la literatura científica (subapartado 7.1). Las fichas técnicas de las 79 especies que se analizaron en este estudio estarán disponibles en el sitio web de la NAPPO (www.nappo.org) o pueden solicitarlas a la Secretaría de la NAPPO. Las referencias adicionales de cada especie, que no se incluyen en este documento, se encuentran en la ficha técnica de evaluación del riesgo.

La primera sección de la ficha técnica determina 1) la distribución geográfica conocida 2) la cantidad de área en cada país de la NAPPO que se encuentra en riesgo de establecimiento según el clima y 3) si las especies de limántridos se alimentan de hospedantes de importancia económica o ambiental para la región de la NAPPO.

Para caracterizar el área de riesgo de establecimiento de cada especie, en cada país de la NAPPO, se utilizaron la distribución geográfica conocida de la especie y el sistema de clasificación climática Köppen-Geiger. Dicho sistema define las áreas geográficas en regiones climáticas según la temperatura y los patrones de precipitación (Peel *et al.*, 2007). Se determinaron primero las clases predominantes que se encuentran en Köppen-Geiger dentro de la distribución geográfica conocida (según los datos publicados que se encuentran en las fichas técnicas) de cada especie de limántridos y la capa de datos geoespaciales indicados por Peel *et al.* (2007) (Véase el apéndice 2; figura 1). Se sumaron las áreas de esas clases en cada país de la NAPPO utilizando un sistema de información geográfica (GIS) ArcGIS 10.6. Se determinó el porcentaje del área climatológica adecuada, dentro de cada país de la NAPPO, dividiendo el área total adecuada por establecimiento según el clima, por el área total del país de la NAPPO y posteriormente se multiplicó por 100. El resultado ofreció un cálculo del área de cada país de la NAPPO que se encontraba en riesgo de establecimiento de cada especie de limántridos en porcentajes tomando en cuenta solamente la conveniencia climática. Las fuentes científicas y técnicas se utilizaron para determinar si las especies de limántridos se alimentaban de hospederos de importancia económica o ambiental para la región de la NAPPO (véase el apéndice 3 para encontrar las fuentes útiles de los datos).

La siguiente sección de la ficha técnica consiste en ocho preguntas y puntajes numéricos relacionados que evalúan la capacidad de introducción y dispersión de las especies de limántridos. En el apéndice 3 se proporciona orientación y las fuentes de los datos para contestar estas preguntas. Las preguntas son las siguientes:

- 1) ¿Se ven las hembras adultas atraídas a la luz? (*Esta pregunta identifica a las especies que posiblemente pueden volar durante los PRE y que podrían infestar a las embarcaciones y/o sus cargamentos*).
- 2) ¿Se ha informado que la especie es plaga contaminante de productos en el comercio durante su etapa cuando pasa el invierno? (*Esta pregunta identifica a las especies que posiblemente se mueven a través del comercio hacia la región de la NAPPO y presentan el mayor riesgo de supervivencia e introducción*).
- 3) ¿Se ha informado que la especie causa daño, lo cual produce pérdidas económicas o ambientales en su entorno nativo? (*Esta pregunta identifica a las especies que*

posiblemente sean plagas, si llegaran a introducirse. El daño en el entorno de introducción también podría utilizarse, pero no fue necesario en el análisis).

- 4) *¿Es capaz la larva de la especie realizar el vuelo arácnido? (Esta pregunta identifica a las especies que tienen etapas larvarias que son capaces de moverse desde las embarcaciones a las áreas vecinas de los puertos y que tienen posibilidad de dispersarse en la etapa larvaria, si llegaran a introducirse).*
- 5) *¿Tiene la especie hembras adultas capaces de volar? (Esta pregunta identifica a las especies capaces de volar y poner masas de huevecillos, lo cual facilitaría el movimiento en el comercio y la dispersión, si se llegara a introducir a la región de la NAPPO).*
- 6) *¿Incluye el historial de vida de la especie una etapa en estado latente para soportar condiciones ambientales rigurosas? (Esta pregunta identifica a las especies que posiblemente sobrevivan el envío a la región de la NAPPO y persistan una vez que se hayan introducido).*
- 7) *¿Es la especie capaz de dispersarse de manera natural más allá de 1 km al año? (Esta pregunta identifica a las especies que posiblemente se dispersen a larga distancia a través de uno o más estadios de vida, una vez que se haya introducido).*
- 8) *¿Se ha informado que la especie tiene propiedades alergénicas? (Esta pregunta identifica a las especies que pueden causar impactos relacionados con la salud humana una vez que se hayan introducido).*

Se asignó un puntaje de «1» si la respuesta era «sí», «-1» si la respuesta era «no» y «0» si la información no estaba disponible, salvo las excepciones que se indican más adelante. Para la pregunta 2, se asignó un valor «2» si la respuesta era «sí» y si se mueve en el comercio, «1» si la respuesta es afirmativa y se mueve a través de medios que no estén relacionados con el comercio, «-2» si «no» lo hace y «0» si la información no estaba disponible. Para la pregunta 3, se asignó un puntaje de «3» si causaba daños serios, «2» si causaba daños moderados, «1» si causaba daños leves, «-2» si causaba daños insignificantes y «0» si la información no estaba disponible. Se les dio más importancia a las preguntas 2 y 3 debido a que se consideraban que tenían un mayor efecto en la probabilidad de que las especies de limántridos se introdujeran y que causarían efectos no deseados.

Según el sistema de puntaje de riesgo que se propone, se podría asignar a las especies un valor máximo de «11» y un valor mínimo de «-10». El puntaje más alto indica la mayor probabilidad de que la especie posiblemente se introduzca, disperse y cause efectos no deseados dados los parámetros de puntaje que se utilizaron en el análisis. Se establecieron las siguientes tres categorías de riesgo como alta, mediana y baja. El valor de «6», el cual corresponde al punto medio del ámbito de los valores positivos (1 a 11) se utilizó para establecer el límite entre las categorías de riesgo mediana y alta. Una categoría de riesgo baja se estableció para aquellos valores de puntaje del riesgo inferiores a «1» (-4 a 0). Se establecieron y describieron las siguientes categorías de riesgo como:

Cuadro 1. Sistema de puntaje del riesgo para las fichas técnicas.

Categoría de riesgo	Rango del puntaje	Justificación
Alto	6 o más	Especies con palomillas hembras que se ven atraídas a la luz y que son capaces de volar, que se sabe que causan daños económicos y/o ambientales considerables, que tienen la capacidad de dispersarse muy rápidamente y/o que pueden introducirse a través de diferentes vías.
Mediano	1 a 5	Especies que se sabe que causan impacto económico y/o ambiental limitado con hembras que no necesariamente se ven atraídas a la luz y que tienen capacidad limitada de dispersarse.
Bajo	0 o menos	Especies con poco o ningún impacto económico o ambiental. Los puntajes bajos también pueden darse cuando hay poca o ninguna información disponible en cuanto a las especies de limántridos.

7.3 Análisis de la incertidumbre

Se caracterizó la incertidumbre en los resultados de las fichas técnicas mediante el cálculo del porcentaje de las veces en las se respondió con «0» una pregunta de cada una de las 79 especies analizadas. Posteriormente se calculó el promedio del porcentaje de respuestas con «0» para las ocho preguntas de las 79 especies analizadas junto con la desviación estándar y el intervalo de confianza al 95 %.

8.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Resultados generales

Se elaboró una ficha técnica de evaluación del riesgo la cual puede ser útil como filtro inicial, con el fin de identificar a las especies de limántridos de mayor preocupación para la región de la NAPPO.

Según los puntajes finales se indican las especies de mayor riesgo para la región de la NAPPO, lo cual facilitará la priorización para realizar investigaciones adicionales y ayudar con las enmiendas futuras a los programas normativos en Norteamérica.

La falta de información (p. ej., biología y distribución) y la dificultad de traducir la información que está disponible en otros idiomas (como el ruso) afectaron el puntaje del riesgo y posiblemente las categorías de riesgo en algunas especies. Esta realidad sugiere la necesidad de realizar investigaciones adicionales y revisiones periódicas así como actualizaciones de las evaluaciones del riesgo una vez la información adicional esté disponible. Este asunto afecta principalmente a las especies clasificadas como de «bajo riesgo» con puntajes entre «-10» y «0», debido a que para la mayoría de los parámetros, la información recopilada era insuficiente. Por consiguiente, hay una gran incertidumbre relacionada con la clasificación baja del riesgo.

Por el contrario, la probabilidad de clasificar erróneamente a las especies de «alto riesgo» tiende a ser menor. El puntaje del riesgo para las especies de «alto riesgo» tiende a ser más confiable debido a que los insectos que causan daños económicos o ambientales se estudian ampliamente y son abundantes y se encuentra información confiable con mayor facilidad.

Para este proyecto, se evaluaron 79 especies de limántridos y se identificaron las especies que representaban mayor riesgo (cuadro 1; apéndice 5). Los puntajes totales del riesgo oscilaron entre -4 y 11 (figura 2). El promedio del puntaje del riesgo total y la desviación estandarizada fueron de 2.43 ± 3.04 . El 95 % de intervalo de confianza para el promedio fue de 1.76 a 3.12. Trece especies alcanzaron un puntaje total del riesgo «alto» incluidas *Lymantria monacha*, *L. mathura*, *L. lunata* y *L. xyliana*, lo cual está respaldado con sus intercepciones en los puertos de entrada en la región de la NAPPO.

Estos resultados pueden servir de herramienta de apoyo para los inspectores y para brindar información a los funcionarios fitosanitarios dentro de la región de la NAPPO. Por ejemplo, las fichas técnicas pueden utilizarse para suministrar información para las evaluaciones del riesgo, las políticas de los puertos, las prospecciones y para actualizar la NRMF 33, además de centrar la capacitación taxonómica de los inspectores en especies de alto riesgo. Se determinó que el promedio del puntaje total ofrece un cálculo del riesgo mediano (promedio = 2.44) para una especie típica de limántridos. Esta clasificación del riesgo y los valores relacionados podrían servir de línea base para comparar el potencial de riesgo de otras especies de limántridos que se analicen utilizando esta ficha técnica/preguntas/puntaje. El puntaje promedio del riesgo también podría actualizarse periódicamente con datos adicionales con el fin de mejorar el cálculo de la línea base.

8.2 Caracterización de la incertidumbre

Debido a la falta de información, varias de las preguntas de caracterización del riesgo para las especies de limántridos recibieron el puntaje cero para indicar la incertidumbre. Por ejemplo, en promedio, una pregunta obtuvo el puntaje cero $66 \% \pm 19.49 \%$ (95 % de intervalo de confianza = 47 % a 83 %) de las veces para las 79 especies de limántridos analizadas y seis de las ocho preguntas obtuvieron un puntaje cero más del 50 % de las veces (figura 3). Así mismo, hubo dos preguntas: 1) «informes de contaminantes durante la etapa cuando la plaga pasa el invierno» y 2) «capaz de dispersarse de manera natural más de 1 km al año», las cuales dieron un puntaje de cero en 84 % y 91 % de las veces, respectivamente (figura 2). Estos resultados resaltan las

razones por las cuales muchas de estas especies no se han descrito/estudiado de manera adecuada. Por ejemplo, hay algunas especies que causan daños económicos en su entorno nativo, pero no se les clasifica como de alto riesgo debido a la falta de información. Uno de los usos posibles de estos resultados es la identificación de las brechas en los datos de la biología de los limántridos que pueden aportar información/dirigir las investigaciones futuras.

9.0 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y SIGUIENTES PASOS

El presente documento es una herramienta de preselección general, práctica y breve y no constituye una metodología rigurosa de evaluación del riesgo. Por consiguiente, recomendamos realizar análisis adicionales a las especies de limántridos de mayor riesgo para aportar información a todos aquellos que participan en la toma de decisiones de políticas y operativas en la región de la NAPPO; también sugerimos:

- centrar la investigación y compartir la información acerca de las intercepciones para mejorar las preguntas que presentaban una incertidumbre alta, lo cual nos permitirá mejorar/refinar la información presentada a los evaluadores del riesgo y las personas que toman las decisiones;
- elaborar material de capacitación para los inspectores y las herramientas normativas para los que toman las decisiones según los resultados presentados aquí.
- evaluar nuevamente estos resultados utilizando metodologías más rigurosas de evaluación del riesgo que sean específicas para cada país de la NAPPO, p. ej., coincidencia climática para aportar información más a fondo acerca del potencial de riesgo de estas especies;
- realizar análisis de incertidumbre más a fondo para identificar la forma en la que los valores nulos afectan los puntajes del riesgo. Esta información podría utilizarse para posiblemente actualizar las fichas técnicas y mejorar su rendimiento con respecto a la caracterización del potencial del riesgo de plaga de las especies de limántridos.

Este análisis complementa el trabajo que realizó el Grupo de expertos de la PGA de la NAPPO, puesto que identifica otros limántridos de alto riesgo que pudieran moverse en el comercio. El siguiente paso lógico podría ser la actualización de la NRMF 33 para incluir las especies de mayor riesgo que se identificaron en este estudio. Además, sugerimos recopilar información adicional acerca de los períodos de vuelo y/o la información biológica que sea pertinente para las acciones normativas en las especies de alto riesgo para incluirlas en las recomendaciones de manejo del riesgo. También existe la necesidad primordial de realizar investigaciones adicionales sobre las trampas, los atrayentes, los modelos predictivos de fenología, las herramientas de identificación eficaces (p. ej., herramientas de identificación molecular para cualquier estadio de vida de limántridos interceptados según el código de barra del ADN y especímenes bien autenticados), los protocolos de la encuesta y tratamientos para otras especies de limántridos que se puedan agregar eventualmente a la NRMF 33.

Este documento de ciencia y tecnología tiene como objetivo identificar otras especies de limántridos de posible riesgo alto que sean de preocupación para los países miembros de la

NAPPO. Estas especies podrán agregarse a la lista de plagas reglamentadas en cada país. Tome nota de que la vigilancia y los programas de manejo para las especies de limántridos en los países de la NAPPO están limitados solo a algunas especies y subespecies. La aprobación de cualquier medida de seguimiento al respecto estaría sujeta a las prioridades, los intereses, las aprobaciones y la disponibilidad de los recursos de la ONPF.

Por último, si otros grupos tales como las ONPF y el mundo académico adoptan o mejoran este enfoque, existe la posibilidad de continuar evaluando el riesgo de plagas para otras especies de limántridos. Sería útil contar con una base de datos que mantenga esta información para las ONPF que necesitan priorizar las actividades de manejo del riesgo frente a los miembros de esta importante subfamilia de defoliadores de plantas.

Las ONPF miembros de la NAPPO necesitan elaborar más a fondo cualquier recomendación a este documento, incluso si se considera realizar otros trabajos con un enfoque regional. La aprobación de cualquier actividad regional que se sugiere estaría sujeta a la revisión de los funcionarios de gobernanza de la NAPPO (p. ej., Comité Ejecutivo y Comité Consultivo y de Manejo), en conformidad con los criterios de priorización de proyectos y las prioridades, los intereses y la disponibilidad de recursos de la ONPF.

10.0 RECONOCIMIENTOS

Gustavo González Villalobos (SEMARNAT), Lisa Kennaway (APHIS-PPQ), Patricia Abad (APHIS-PPQ), Paul Chaloux (APHIS-PPQ), Heike Meissner (APHIS-PPQ), Edward Podleckis (APHIS-PPQ) y Allison Buys (pasante de la NAPPO).

11.0 REFERENCIAS

- 7 CFR § 301.45.** 2018. U.S. Code of Federal Regulations, Title 7, Part 301.45 (7 CFR § 301.45 - Notice of quarantine; restriction on interstate movement of specified regulated articles).
- 7 CFR § 319.77.** 2018. U.S. Code of Federal Regulations, Title 7, Part 319.77 (7 CFR § 319.77 - Foreign Quarantine Notices Subpart-Gypsy Moth Host Material from Canada).
- 7 CFR § 330.301.** 2018. U.S. Code of Federal Regulations, Title 7, Part 330.301 (7 CFR § 330.301 - Stone and Quarry Products from Certain Areas in Canada).
- AQAS.** 2019. Agricultural Quarantine Activity Systems (AQAS). United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine. Disponible en: <https://aqas.aphis.usda.gov/aqas>.
- AQAS.** 2020. Agricultural Quarantine Activity Systems (AQAS). United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine. Disponible en: <https://cognosuat.aphis.usda.gov>.

- Arimoto, M., y Iwaizumi, R.** 2014. Identification of Japanese *Lymantria* species (Lepidoptera: Lymantriidae) based on morphological characteristics of adults. *Research Bulletin of the Plant Protection Service, Japan*, **50**: 89–110.
- ARM.** 2020. Agricultural Risk Management (ARM) System. United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine. Disponible en: <https://cognosuat.aphis.usda.gov>.
- CAB International.** 2020. Crop Protection Compendium. CAB International. United Kingdom. Disponible en: <http://www.cabi.org/cpc/>
- Chao, J.T., Lu, S.S., Chen, Y.M., Jaung, L.M., Koh, C.N., y Yeh, W.C.** 2001. How Fecund is *Lymantria xyliana* Swinhoe (Lepidoptera: Lymantriidae) in Taiwan? *Taiwan Journal of Forest Science*, **16(4)**:259-266.
- D-01-12.** 2010. Phytosanitary Requirements for the Importation and Domestic Movement of Firewood. Canadian Food Inspection Agency (CFIA). Disponible en: <https://www.inspection.gc.ca/plant-health/plant-pests-invasive-species/directives/forest-products/d-01-12/eng/1323828428558/1323828505539>
- D-98-09.** 2011. Comprehensive Policy to Control the Spread of North American Gypsy Moth, *Lymantria dispar* in Canada and the United States. Canadian Food Inspection Agency (CFIA). Disponible en: <https://www.inspection.gc.ca/plant-health/plant-pests-invasive-species/directives/date/d-98-09/eng/1323885774950/1323886130279>
- D-95-03.** 2018. Plant Protection Policy for Marine Vessels Arriving in Canada from Areas Regulated for Asian Gypsy Moth (*Lymantria dispar*, *Lymantria albescens*, *Lymantria postalba* and *Lymantria umbrosa*). Canadian Food Inspection Agency (CFIA). Disponible en: <https://inspection.gc.ca/plant-health/plant-pests-invasive-species/directives/invasive-alien-species-and-domestic-plant-health-p/d-95-03/eng/1321945111492/1321945247982>
- Djoudad, A., Nisole, A., y Zahiri, R.** 2017 Comparative analysis of mitochondrial genomes of geographic variants of the gypsy moth, *Lymantria dispar*, reveals a previously undescribed genotypic entity. *Scientific Reports*, **7**: 14245.
- Djoudad, A., Nisole, A., Stewart, D., Holden, D., Zahiri, R., Inoue, M.N., Martemyanov, V.V., Levesque, R.C., Hamelin, R.C. y Cusson, M.** 2019. Reassessment of the status of *Lymantria albescens* and *Lymantria postalba* (Lepidoptera:Erebidae:Lymantriinae) as distinct Asian gypsy moth species, using both mitochondrial and nuclear sequence data. *Systematic Entomology*, **45(2)**: 493-504
- Ferguson, D.C.** 1978. Noctuoidea. Lymantriidae. In: *The moths of America north of Mexico including Greenland*. Fasc. 22.2. E. Dominick R. B. et al., (eds.). W. Classey, London, 110 pp.
- Fernald, C.H., y Kirkland, A.H.** 1903. The Brown-tail Moth, *Euproctis chrysorrhoea* (L.): *A Report on the Life History and Habits of the Imported Brown-tail Moth, together with a Description of the Remedies Best Suited for Destroying it*. Boston: Wright and Potter. 116 pp.
- Griveaud, P.** 1977. Insectes Lépidoptères. Lymantriidae. *Faune Madagascar*, **43**:1–588
- Grundy, D., y Lowe, N.** 2010. Identification of macro-moth families and sub-families. Disponible en: <https://www.opalexplorenature.org/sites/default/files/7/file/GMS-moth-tips-2.pdf>.

- Heppner, J.B.** 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera* 2. (Suppl.1): 1-85.
- Herbison-Evans, D., y Crossley, S.** 2017. *Some moths of Lymantriidae in Australia*. Tussock moths Noctuoidea. Disponible en: <http://lepidoptera.butterflyhouse.com.au/lyma/lymantriidae.html>.
- Holland, W.J.** 1968. *The Moth Book: A Guide to the Moths of North America*. Brower, A. E. (ed.). New York. Dover Publications. 479 pp.
- Holloway, J.D.** 1979. *A survey of the Lepidoptera, biogeography and ecology of New Caledonia*. Series Entomologica. The Hague: W. Junk. 561 pp.
- Holloway, J.D.** 1999. Family Lymantriidae. In: The moths of Borneo, Part 5. Malayan Nature Society: Kuala Lumpur. *Malayan Nature Journal* **53**: 1–188.
- Inoue, M.N., Suzuki-Ohno, Y., Haga, Y., Aarai, H., Sano, T., Martemyanov, V.V., y Kunimi, Y.** 2019. Population dynamics and geographical distribution of the gypsy moth, *Lymantria dispar*, in Japan. *Forest Ecology and Management*, **434**: 154–164.
- Kniest, F.M., y Hoffman, J.R.** 1984. "Brown-Tail Moth, *Euproctis chrysorrhoea*, an Indigenous Pest of Parks and Public in the Benelux Countries (Lepidoptera: Lymantriidae)." *The Great Lakes Entomologist*, **17(2)**: 111-112.
- Kristensen, N.P.** (ed.) 1998. *Lepidoptera: Moths and Butterflies Vol 1. Evolution, Systematics and Biogeography. Handbook of Zoology IV/35*. De Gruyter W., Berlin & New York. 491 pp.
- Liebhold, A., Mastro, V. y Schaefer, P. W.** 1989. Learning from the legacy of Leopold Trouvelot. *Bulletin of the Entomological Society of America*, **35(2)**: 20-22.
- NOM-013.** 2010. Norma Oficial Mexicana que regula sanitariamente la importación de árboles de navidad naturales de las especies de los géneros *Pinus* y *Abies* y la especie *Pseudotsuga menziesii*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5166515&fecha=06/11/2010
- NOM-016.** 2013. Norma Oficial Mexicana que regula fitosanitariamente la importación de madera aserrada nueva. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5290077&fecha=04/03/2013
- Ooi, P.L., Goh, K.T., Lee, H.S., y Goh, C.L.** 1991. Tussockosis: an outbreak of dermatitis caused by tussock moths in Singapore. *Contact Dermatitis*, **24(3)**:197-200.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L., y McMahon, T.A.** 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, **11**:1633-1644.
- PestID.** 2020. Pest Identification Database (PestID). United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine. Disponible en: <https://moks14.aphis.usda.gov/aqas/login.jsp>.
- Pogue, M., y Schaefer, P.W.** 2007. A review of selected species of *Lymantria* Hübner (1819) (Lepidoptera: Noctuidae: Lymantriinae) from subtropical and temperate regions of Asia, including the description of three new species, some potentially invasive to North America. FHTET-2006- 7, United States Department of Agriculture, Forest Service. Fort Collins, Colorado: Forest Health Technology Enterprise Team. 232 pp.
- RSPM 33.** 2017. *Guidelines for the movement of vessels from areas infested with the asian gypsy moth*. North American Plant Protection Organization (NAPPO).

- Schaefer, P.** 1989. Diversity in form, function, behavior, and ecology, *In* USDA Forest Service (ed.): *Proceedings, Lymantriidae: a comparison of features of New and Old-World tussock moths*: 1-19. Broomall, PA. 151 pp
- Schintlmeister, A.** 2004. The taxonomy of the genus *Lymantria* Hübner, [1819] (Lepidoptera: Lymantriidae). *Quadrifina*, **7**: 1-248.
- Scoble, M.J.** 1992. *The Lepidoptera: form, function, and diversity*. Oxford University Press. 404 pp.
- SEMARNAT**, 2016. Acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016
- Stehr, F. W.** 1987. *Immature insects*. Kendall Hunt Pub Co. Vol 1. 770 pp
- USDA.** 2017. *Miscellaneous and Processed Products Import Manual (02/2017-47)*. United States Department of Agriculture (USDA). 252 pp.
- USDA.** 2018. *Plants for Planting Manual (04/2018-19)*. United States Department of Agriculture (USDA). 1358 pp.
- Wang, H., Wahlberg, N., Holloway, J.D., Bergsten, J.D., Fan, X., Janzen, D.H., Hallwachs, W., Wen, L., Wang, M., y Nylin, S.** 2015. Molecular phylogeny of Lymantriinae (Lepidoptera, Noctuidae, Erebidae) inferred from eight gene regions. *Cladistics*, **31(6)**: 579-592.
- Waring, P., y Townsend M.** 2017. *Field guide to the moths of Great Britain and Ireland*. Third edition. Bloomsbury Natural History. 476 p.
- Witt, T., y Trofimova, F.** 2016. A revision of the genus *Calliteara* Butler, 1881 (Lepidoptera, Erebidae, Lymantriinae). *Proceedings of the Museum Witt Munich*, **3**: 1-292.
- Zahiri, R., Kitching, I.J., Lafontaine, J.D., Mutanen, M., Kaila, L., Holloway, J. D., and Wahlberg, N.** 2010. A new molecular phylogeny offers hope for a stable family level classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). *Zoologica Scripta*, **40**: 158 - 173.
- Zahiri, R., Holloway, J.D., Kitching, I.J., Lafontaine, J.D., Mutanen, M., y Wahlberg, N.** 2012. Molecular phylogenetics of Erebidae (Lepidoptera, Noctuoidea). *Systematic Entomology*, **37**: 102–124.

12.0 FIGURAS Y CUADROS

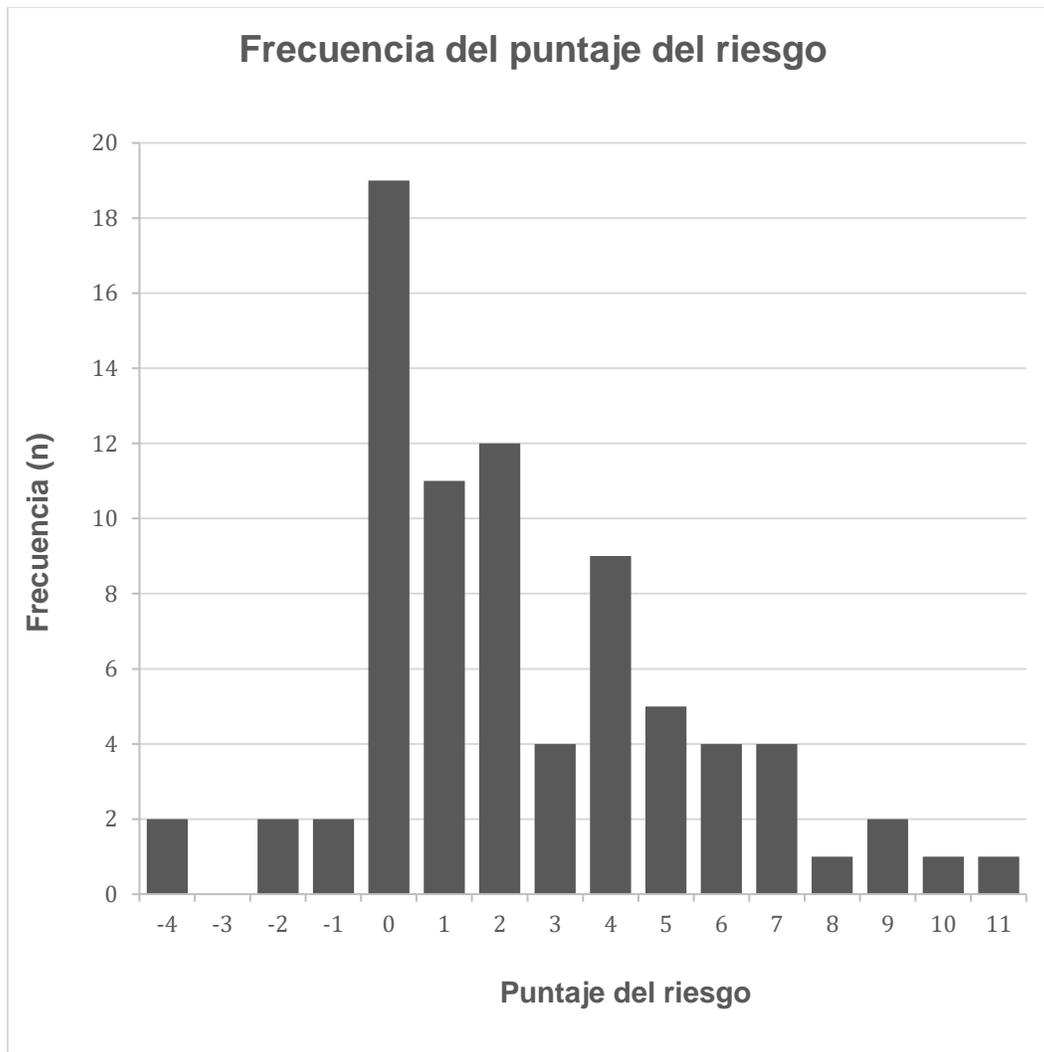


Figura 1. Frecuencia de los puntajes obtenidos para las 79 especies de limántridos que se analizaron.

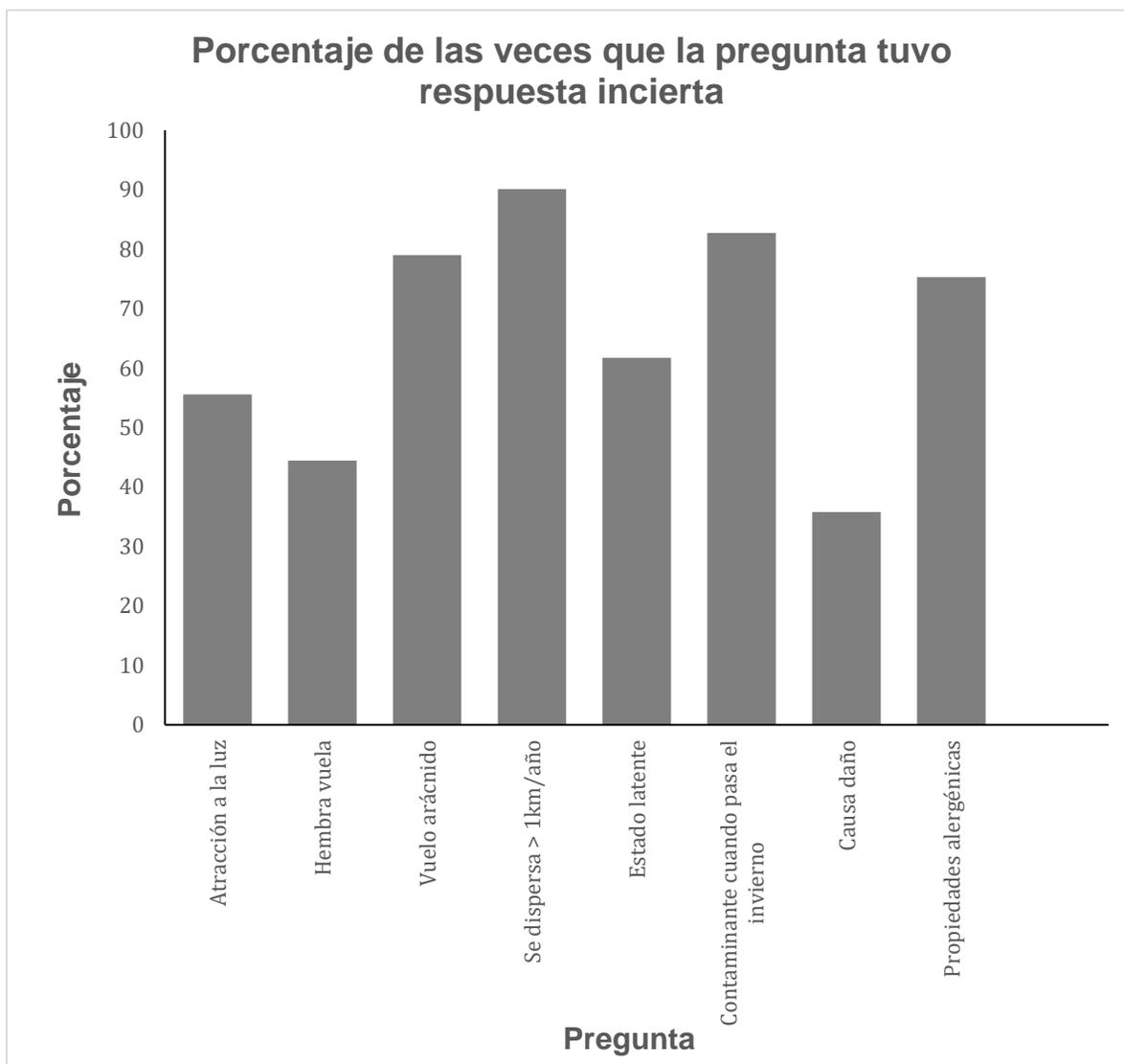


Figura 2. Porcentaje de respuestas inciertas para las 79 especies de limántridos.

Cuadro 1. Detalle del puntaje tal como se determina para cada pregunta en los análisis de riesgo para las especies de limántridos clasificadas como de «alto riesgo» (puntaje total del riesgo = 6 o mayor).

Especies	Hembras adultas atraídas a la luz	Hembras adultas capaces de volar	Larvas de primer estadio capaces de realizar vuelo arácnido	Larvas de primer estadio capaces de dispersarse naturalmente más de 1km/año	Historial de vida contiene estadios latentes que soportan condiciones ambientales rigurosas	Informes de contaminantes durante la etapa cuando la plaga pasa el invierno	Se informa que causan daño en su entorno nativo, con el cual ocasionan daños económicos o ambientales	Se informa que tiene propiedades alergénicas	PUNTAJE TOTAL
<i>Lymantria monacha</i>	1	1	1	1	1	2	3	1	11
<i>Lymantria mathura</i>	1	1	1	1	1	2	3	0	10
<i>Euproctis kargalika</i>	1	1	0	0	1	2	3	1	9
<i>Lymantria xylina</i>	1	1	1	0	1	2	3	0	9
<i>Lymantria lunata</i>	1	1	0	1	1	0	3	1	8
<i>Euproctis subflava</i>	1	1	1	0	0	0	3	1	7
<i>Euproctis chrysorrhoea</i>	1	1	-1	1	1	0	3	1	7
<i>Leucoma candida</i>	0	1	0	0	1	2	3	0	7
<i>Orgyia thyellina</i>	1	1	1	0	1	2	0	1	7
<i>Euproctis lunata</i>	1	1	0	0	0	0	3	1	6
<i>Leucoma wiltshirei</i>	1	1	0	0	1	0	3	0	6
<i>Lymantria fumida</i>	1	1	-1	0	1	0	3	1	6
<i>Sarsina violascens</i>	1	1	0	0	0	0	3	1	6

13.0 APÉNDICES

Apéndice 1. Ficha técnica de la evaluación del riesgo

PLANTILLA DEL RIESGO

Especies:

Nombre común:

Distribución geográfica:

Pregunta	Respuestas	Puntaje ²	Comentarios/ Referencias
Cantidad de la región de la NAPPO con tipos climáticos similares a aquellos en donde la especie está presente (nota: la región de la NAPPO cuenta con todas las clasificaciones de las zonas de Köppen-Geiger de tal forma que la primera pregunta siempre es afirmativa, por lo que siempre reflejamos los resultados en porcentajes.)			Canadá: XX% Estados Unidos: XX% México: XX%
Se sabe que se alimenta de hospederos de importancia económica o ambiental para la región de la NAPPO	Sí/No*		
*Respuesta obligatoria «sí» a esta pregunta antes de proceder.			
Palomilla hembra adulta se ve atraída a la luz Sí (1) No (-1) Incierto (0)			
Informes de contaminante durante la etapa cuando la plaga pasa el invierno Sí, relacionada con el comercio (2) Sí, no está relacionada con el comercio (1) No (-2)			

² : Las primeras dos preguntas no necesitan puntaje.

Incierto (0)			
Se informa que causa daños al entorno nativo, con lo cual ocasiona pérdidas económicas o ambientales Serio (3) Moderado (2) Bajo (1) Ninguno/insignificante (-2) Incierto (0)			
Larva capaz de realizar vuelo arácnido Sí (1) No (-1) Incierto (0)			
Hembras adultas capaces de volar Sí (1) No (-1) Incierto (0)			
Historial de vida contiene estadios latentes que soportan condiciones ambientales rigurosas Sí (1) No (-1) Incierto (0)			
Capaz de dispersarse de manera natural más de 1km al año Sí (1) No (-1) Incierto (0)			
Se informa que tiene propiedades alergénicas Sí (1) No (-1) Incierto (0)			
PUNTAJE TOTAL			

Apéndice 2. Análisis de la conveniencia climática de la NAPPO según la categorización de zonas climáticas de Köppen-Geiger

Finalidad: caracterizar qué área de la región de la NAPPO se encuentra en riesgo de establecimiento de las especies de limántridos, considerando las características climáticas similares y la presencia mundial conocida.

Método utilizado: indagar en los registros los casos conocidos de presencia geoespacial de limántridos. Las fuentes de datos buenos de especies georreferenciadas incluyen la *Global Biodiversity Information Facility* (<https://www.gbif.org>) y también *iNaturalist* (<https://www.inaturalist.org>). Por especies, intercepte los registros de presencia con las zonas climáticas de Köppen-Geiger (figura 1) e informe sobre los tipos climáticos afectados y los casos de los países de la NAPPO que cuentan con tipos de climas similares a los casos de presencia conocidos. El porcentaje de coincidencia climática se calcula comparando el tipo de clima en el entorno nativo, como un porcentaje del área total del país.

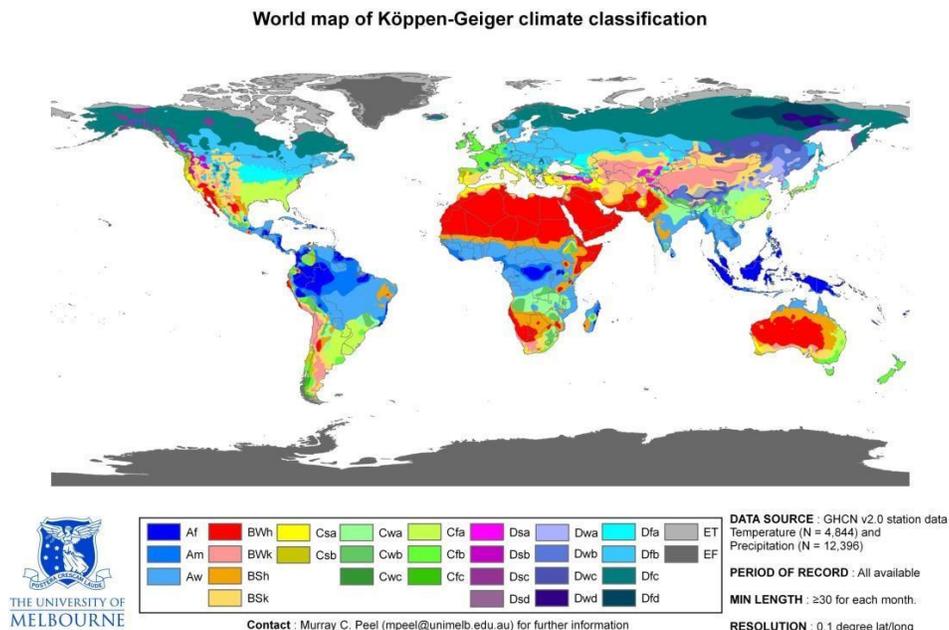


Figura 3. Mapa de distribución mundial de las zonas climáticas actualizadas (2007) de Köppen-Geiger. Fuente: <http://people.eng.unimelb.edu.au/mpeel/koppen.html>

Apéndice 3. Consejos/notas para contestar a las preguntas en el proceso de decisión de limántridos

Sugerencia general: considere la confiabilidad del informe cuando conteste a las preguntas (tal como una publicación en una revista frente a un registro de museo o frente a un informe de la internet). Se contestará como «incierto» las fuentes menos creíbles, pero hay que agregar notas en la sección de comentarios de tal forma que no descartemos ningún tipo de información.

Convención de nombres: especie, situación, puntaje, idioma (e/s)

Ejemplo: *Arctornis alba* Draft -1-e

1. Área en la región de la NAPPO con tipos climáticos similares a aquellos en donde la especie está presente

Hemos presentado el apéndice 2 para ayudar a contestar esta pregunta para un número mayor de limántridos. Tal vez también se utilicen bases de datos taxonómicas tales como Finlands o la base de datos en línea del museo alemán Witt para buscar datos de distribución.

2. Se sabe que se alimenta de hospederos de importancia económica o ambiental para la región de la NAPPO.

Hay algunos recursos en línea que se han identificado para ayudar a contestar esta interrogante. Primero determine cuáles especies hospedantes tiene la plaga como objetivo:

Base de datos de plantas hospedantes de lepidópteros:

<http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/hostplants/http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/hostplants/>

Para algunas especies, la base de datos taxonómicos Finland tendrá información del hospedante (generalmente cerca de la parte inferior del registro de la plaga):

<http://www.nic.funet.fi/pub/sci/bio/life/insecta/lepidoptera/ditrysia/noctuoidea/lymantriidae>

¿Cómo determinar si es de importancia económica? Si una plaga se alimenta de un hospedante que se incluye en un género que tiene valor económico en la región de la NAPPO, conforme a la información de las siguientes fuentes, entonces hay coincidencia.

Luego realice una referencia cruzada de la lista de hospedante con algún recurso que indique la distribución y la situación económica (cultivo, importancia del cultivo, maleza nociva, amenazada y en peligro de extinción, etc.) tal como la base de datos de plantas del USDA:

<http://plants.usda.gov/java/> o datos del comercio extranjero de productos forestales: <http://apps.fas.usda.gov/gats/default.aspx>

3. ¿Se ven las palomillas hembras adultas atraídas a la luz?

Cuando realice investigaciones en la literatura o en las colecciones de museo, busque indicaciones de si la palomilla fue atrapada en una trampa de luz. Así mismo, si se captura

a una hembra específicamente en una trampa de luz, también podemos suponer que hay capacidad de vuelo, lo cual contestará la pregunta 7.

4. ¿Existen informes de contaminantes durante la etapa en la cual la plaga pasa el invierno?

Salvo que se pueda informar acerca de la referencia principal de la literatura (o datos nacionales de intercepción) la cual brinde un informe sobre un evento contaminante, deberíamos informar acerca de los casos débiles de riesgos relacionados (p. ej., las masas de huevecillos pueden transportarse en el comercio de la madera) utilizando el término «incierto» y un valor de cero. Pero utilice los comentarios para documentar la posibilidad, de tal forma que se retengan todos los datos.

5. ¿Existen informes de que causa daños a los árboles de interés en el entorno nativo, de tal forma que los daños ocasionan pérdidas económicas o ambientales?

Verifique las fuentes principales, las bases de datos y las publicaciones de las extensiones.

6. Larva capaz de realizar el vuelo arácnido

Si no hay un informe directo de vuelo arácnido de la larva, podemos investigar los registros morfológicos para encontrar la presencia de setas secundarias, p. ej., aeróforas, las cuales pueden indicar la capacidad de realizar el vuelo arácnido.

7. Hembras adultas capaces de volar

Evalúe la anatomía del ala. Con muy pocas excepciones, con las alas completamente desarrolladas se puede suponer que la especie es capaz de volar. A las alas vestigiales se le dará una respuesta como que no es capaz de realizar el vuelo, y a la ausencia de datos, fotos o información se le agregará un «0» como incierto. Así mismo, hay alguna que otras excepciones como la palomilla penacho de manchas blancas, de tal forma que algunas generaciones pueden volar y otras tienen alas vestigiales (y no pueden volar). En los casos en los cuales la especie vuela, por lo menos algunas veces durante el ciclo de vida, a estas se le dará un puntaje de «1».

8. Historial de vida contiene estadios latentes (diapausa, estivación, criptobiosis) lo que le permite al organismo resistir condiciones ambientales rigurosas. No se brinda orientación adicional.

9. ¿Es capaz de dispersarse de manera natural más de 1km al año?

Indíquese la distancia típica de vuelo, la distancia del vuelo arácnido, etc. en la sección de comentarios

10. ¿Se ha informado que tiene propiedades alergénicas?

Entre las reacciones alergénicas graves se pueden incluir: asma, anafilaxia y ampollas en la piel. Las reacciones bajas a moderadas no son peligrosas para la vida y pueden incluir sarpullido, urticaria, secreción nasal, picazón en los ojos y náusea.

Apéndice 4. Ejemplo de una ficha técnica completa.

Especie: *Perina nuda* (Fabricius, 1787)

Nombre común: Palomilla del penacho de alas claras

Sinónimos: *Stilpnotia subtinca* Walker, 1855, *Perina basalis* Walker, 1855, *Euproctis combinata* Walker, 1865, *Perina pura* Walker, 1869, *Acanthopsyche ritsemæ* Heylaerts, 1881

Distribución geográfica: subregión de India, Sri Lanka hasta el sur de China, Hong Kong, Tailandia y Sondalandia (península Malay, Borneo, Java, Sumatra y las islas pequeñas en los alrededores).

Pregunta	Respuesta	Puntaje	Comentarios/referencias
Cantidad en la región de la NAPPO con tipos climáticos similares a aquellos en donde la especie está presente	---	---	Posible coincidencia climática: Canadá: 0%, México: 13.55%, Estados Unidos: 21.23% Tipos de climas afectados: Af, Cwa, Cfa (Butani, 1993; Peel <i>et al.</i> , 2007; Wakamura <i>et al.</i> , 2002; Zhang, 1994). Nota: estos se fundamentaron en los tipos climáticos de Köppen-Geiger que se encontraron en la mayoría de su distribución.
Se sabe que se alimenta de hospedantes de importancia económica o ambiental para la región de la NAPPO Sí/No	Sí	---	<i>Perina nuda</i> se alimenta de las especies de <i>Ficus</i> (higo) y <i>Mangifera indica</i> (mango) los cuales son cultivos agrícolas en la región de la NAPPO (Butani, 1993; NASS, 2014).
Palomillas hembras adultas se ven atraídas a la luz Sí (1) No (-1) Incierto (0)	Sí	1	Se capturaron palomillas utilizando una trampa de luz (Khan <i>et al.</i> , 1988), pero no se especificó el género. En otro estudio se capturaron las palomillas macho en una trampa de luz (Symonds <i>et al.</i> , 2012). Las trampas de luz recolectaron a las hembras en varias ubicaciones. (comunicación personal de Dave Holden).
Notificaciones de contaminantes durante la etapa de permanencia de la plaga en el invierno Sí, relacionada con el comercio (2) Sí, no está relacionada con el comercio (1) No (-2) Incierto (0)	Incierto	0	<i>Perina nuda</i> nunca se ha interceptado en los puertos de EE. UU., lo cual indica que no se moviliza fácilmente en el comercio (PestID, 2017). Es incierto si se transporta o no durante la etapa de permanencia en el invierno.
Notificación de que causa daño en el entorno nativo, lo cual ocasiona pérdidas económicas o ambientales	Serio	3	<i>Perina nuda</i> es una plaga principal de las especies de <i>Ficus</i> en Taiwán (Wang y Tsai, 1995).

Serio (3) Moderado (2) Bajo (1) Ninguno/insignificante (-2) Incierto (0)			
Larva capaz de realizar el vuelo arácnido Sí (1) No (-1) Incierto (0)	Incierto	0	No encontramos evidencia al respecto.
Hembras adultas capaces de volar Sí (1) No (-1) Incierto (0)	Sí	1	Palomillas hembras tienen alas (ICAR, 2017), lo cual indica que son capaces de volar.
Historial de vida contiene estadios latentes para resistir las condiciones ambientales rigurosas. Sí (1) No (-1) Incierto (0)	Incierto	0	No encontramos evidencia al respecto.
Capaz de dispersarse de manera natural más de 1km al año Sí (1) No (-1) Incierto (0)	Incierto	0	Se capturaron palomillas con trampa de luz (Khan <i>et al.</i> , 1988; Symonds <i>et al.</i> , 2012), lo cual indica que pueden volar pero no se encontró la distancia específica de vuelo.
Se informó que tienen propiedades alergénicas Sí (1) No (-1) Incierto (0)	Incierto	0	La larva tiene pelos urticantes que utiliza como mecanismo de defensa (Cheanban <i>et al.</i> , 2017) pero no encontramos informes de <i>P. nuda</i> causando alergias a los humanos.
PUNTAJE TOTAL		5	

Literatura citada:

Anonymous. No Date. 1.3. Especies prioritarias forestales en México. 9 pp.

Butani, D. K. 1993. Mango: Pest Problems. Periodical Expert Book Agency, Delhi, India. 1-290 pp.

Cheanban, S., S. Bumroongsook, y S. Tigvattananont. 2017. *Perina nuda* F. (Lepidoptera: Lymantriidae): an important leaf eating caterpillar of fig trees. International journal of agricultural technology 13(4):485-492.

ICAR. 2017. Insects in Indian Agroecosystems. ICAR-National Bureau of Agricultural Insect Resources. <http://www.nbair.res.in/insectpests/index.php>.

Kartesz, J. T. 2015. North American Plant Atlas. The Biota of North America Program (BONAP). <http://bonap.net/napa>.

Khan, H. R., S. Kumar, y L. Prasad. 1988. Studies on seasonal activity of some agro-forestry insect pests by light trap. Indian forester 114(4):215-229.

NASS. 2014. 2012 census of agriculture. U.S. Department of Agriculture National Agricultural Statistics Service (NASS). https://www.agcensus.usda.gov/Publications/2012/Online_Resources/Desktop_Application/.

Peel, M. C., B. L. Finlayson, y T. A. McMahon. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrol. Earth Syst. Sci. 11:1633-1644.

PestID. 2017. Pest Identification Database (PestID). United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine. <https://mokcs14.aphis.usda.gov/aqas/login.jsp>.

Symonds, M. R. E., T. L. Johnson, y M. A. Elgar. 2012. Pheromone production, male abundance, body size, and the evolution of elaborate antennae in moths. Ecology and Evolution 2(1):227-246.

Wakamura, S., N. Arakaki, H. Yamazawa, N. Nakajima, M. Yamamoto, y T. Ando. 2002. Identification of epoxyhenicosadiene and novel diepoxy derivatives as sex pheromone components of the clear-winged tussock moth *Perina nuda*. Journal of Chemical Ecology 28(3):449-467.

Wang, C., y S. Tsai. 1995. Life history of the *Perina nuda* (Fabricius) and virus production of the infected pupae. Zhonghua kunchong 15(1):59-68.

Zhang, B. C. 1994. Index of Economically Important Lepidoptera. CAB International, Wallingford, UK. 1-599 pp.

Apéndice 5. Resultados de las fichas técnicas para las 79 especies de limántridos que se analizaron

Especie	Palomilla hembra adulta se ve atraída a la luz	Informes de contaminante durante la etapa cuando la plaga pasa el invierno	Se informa que causa daños al entorno nativo, con lo cual ocasionan pérdidas económicas o ambientales	Larvas capaz de realizar vuelo arácnido	Hembras adultas capaces de volar	Historial de vida contiene estadios latentes que soportan condiciones ambientales rigurosas	Capaz de dispersarse de manera natural más de 1km/año	Se informa que tiene propiedades alergénicas	Puntaje total
<i>Acyphas semichrea</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Arctornis alba</i>	1	-2	0	0	0	1	0	0	0
<i>Arctornis anserella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arctornis chichibensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Arctornis l-nigrum</i>	1	0	1	0	1	1	0	0	4
<i>Arctornis submarginata</i>	1	0	3	1	0	0	0	0	5
<i>Argyrotagma niobe</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Arna bipunctapex</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	3
<i>Arna perplexa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aroa cometaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aroa melaneuca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artaxa guttata</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Bembina isabellina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bracharoa quadripunctata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Calliteara abietis</i>	1	-2	1	0	0	1	0	0	1
<i>Calliteara argentata</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	2
<i>Calliteara harsfieldii</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Calliteara lunulata</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Calliteara pudibunda</i>	1	0	2	0	1	0	0	1	5
<i>Calliteara strigata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calliteara taiwana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calliteara rotunda</i>	-1	0	0	1	-1	0	0	0	-1
<i>Casama hemippa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Casama innotata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Casama vilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chionophasma lutea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaoertrichia atosquama</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cispa lunata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Creagra litura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euproctis aethiopica</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	2
<i>Euproctis ballolali</i>	0	-2	-2	0	1	0	0	1	-2
<i>Euproctis chrysorrhoea</i>	1	0	3	-1	1	1	1	1	7
<i>Euproctis howra</i>	0	-2	2	0	0	0	0	0	0
<i>Euproctis kargalika</i>	1	2	3	0	1	1	0	1	9
<i>Euproctis lunata</i>	1	0	3	0	1	0	0	1	6
<i>Euproctis lyama</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euproctis melania</i>	0	-2	3	0	0	1	0	0	2
<i>Euproctis molanduana</i>	0	0	-2	0	0	0	0	0	-2
<i>Euproctis producta</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Euproctis pseudoconsersa</i>	0	0	3	0	0	1	0	1	5
<i>Euproctis pulvera</i>	1	0	1	0	1	0	0	1	4
<i>Euproctis rubricosta</i>	0	0	1	0	1	0	0	1	3
<i>Euproctis semisignata</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Euproctis similis</i>	1	0	0	0	1	1	1	1	5
<i>Euproctis subflava</i>	1	0	3	1	1	0	0	1	7
<i>Icta fulviceps</i>	-1	0	-2	0	-1	0	0	-2	-4
<i>Lacipa florida</i>	0	-2	-2	0	0	0	0	0	-4
<i>Laelia clarki</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leucoma candida</i>	0	2	3	0	1	1	0	0	7
<i>Leucoma wiltshirei</i>	1	0	3	0	1	1	0	0	6
<i>Lymantria ampla</i>	-1	0	2	0	-1	1	0	0	1
<i>Lymantria concolor</i>	0	0	3	0	1	1	0	0	5
<i>Lymantria fumida</i>	1	0	3	-1	1	1	0	1	6
<i>Lymantria juglandis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Lymantria lucescens</i>	1	0	0	0	1	1	1	0	4
<i>Lymantria lunata</i>	1	0	3	0	1	1	1	1	8
<i>Lymantria marginalis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	2
<i>Lymantria mathura</i>	1	2	3	1	1	1	1	0	10
<i>Lymantria monacha</i>	1	2	3	1	1	1	1	1	11
<i>Lymantria obfuscatata</i>	-1	0	3	1	-1	1	0	0	3
<i>Lymantria serva</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	2
<i>Lymantria sinica</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Lymantria xylina</i>	1	2	3	1	1	1	0	0	9
<i>Olene mendosa</i>	0	0	1	-1	1	0	0	0	1
<i>Oligeria hemicalla</i>	-1	0	1	0	-1	0	0	0	-1
<i>Orgyia anartoides</i>	-1	1	1	1	-1	1	1	1	4
<i>Orgyia osseata</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	2
<i>Orgyia pastica</i>	-1	0	3	1	-1	1	0	1	4
<i>Orgyia recens</i>	-1	0	2	0	-1	1	0	0	1
<i>Orgyia thyellina</i>	1	2	0	1	1	1	0	1	7
<i>Orgyia trigotephra</i>	-1	0	1	1	-1	1	0	0	1
<i>Orvasca subnotata</i>	0	0	3	0	1	0	0	0	4
<i>Parocneria furva</i>	0	0	2	0	1	1	0	0	4
<i>Parocneria terebinthi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Perina nuda</i>	0	0	3	0	1	0	0	0	4
<i>Psalis pennatula</i>	0	0	3	-1	1	1	0	0	4
<i>Sarsina violascens</i>	1	0	3	0	1	0	0	1	6
<i>Somena scintillans</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	2
<i>Thagona tibialis</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	3