

Servicios de consultoría para la elaboración de un protocolo de análisis de riesgo para hormigas, así como la realización de un análisis de riesgo detallado para cuatro especies de hormigas invasoras de alto riesgo para México

Análisis de riesgo completo para cuatro especies de hormigas con potencial invasor en México: *Linepithema humile*, *Nylanderia fulva*, *Solenopsis invicta* y *Pheidole megacephala*

Madai Rosas-Mejía & Milan Janda

Mayo del 2017.



Foto tomada de AntCat.org. Obrera de *Solenopsis invicta* en vista lateral. Image Copyright © AntCat 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



Análisis de riesgo completo para cuatro especies de hormigas con potencial invasor en México: *Linepithema humile*, *Nylanderia fulva*, *Solenopsis invicta* y *Pheidole megacephala*

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

Área objeto del informe: hormigas invasoras en México. Prevención y manejo de especies exóticas.

Autores: Madai Rosas-Mejía¹ & Milan Janda²

Modo de citar el informe: PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo) 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”. Rosas-Mejía, M. & M., Janda. 2017. ENES, UNAM, Morelia, Michoacán, México. 92 pp. + 1 Anexo.

¹Universidad de Guanajuato, Departamento de Biología, ²Laboratorio de Ecología molecular y Biodiversidad, Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica, ENES, UNAM, Morelia, Michoacán, México.

Fecha de inicio y terminación del informe: 25 de julio del 2016-15 de mayo del 2017.

El presente reporte tiene como principal objetivo proporcionar un análisis de riesgo sobre 4 especies de hormigas con potencial invasor en México con la finalidad de prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de dichas especies. Se incluye información detallada que permitirá a las autoridades correspondientes tomar decisiones adecuadas en cada caso. Con base en el conocimiento generado de estas hormigas invasoras, se pueden establecer programas de erradicación y control de poblaciones para minimizar o eliminar sus impactos negativos favoreciendo la conservación de los ecosistemas. Este documento también será de utilidad para concientizar a la sociedad sobre la importancia de las especies invasoras.

La información generada contribuye con los 3 objetivos estratégicos, planteados en la Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: Prevención, control y

erradicación, la cual es una guía para conducir las acciones en México dirigidas a la prevención, control y erradicación de estas especies pero muy especialmente, con el primero de ellos, OE1 -Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras- y, dentro de éste, el OE1.2. Asimismo, se vincula directamente con la acción estratégica transversal 5, orientada a generar conocimiento para la toma de decisiones.

Resumen: se realiza un análisis de riesgo para 4 especies de hormigas con potencial invasor en México. La herramienta utilizada para este objetivo es un protocolo de análisis de riesgo completo adaptado para hormigas a partir de la modificación del protocolo *Invasiveness scoring kit* (ISK). Estas especies cumplen con tres requisitos que les permiten infestar lugares distintos a su área de distribución: Dispersión a distancias largas por medio del transporte humano, introducción de un propágulo en un nuevo hábitat, colonización inicial y establecimiento exitoso de la especie. En el presente informe se documentan los resultados de los 4 análisis de riesgos para las especies citadas anteriormente. Dichos análisis toman en cuenta las siguientes directrices: información sobre la biología, historia de introducción, rutas de distribución, impactos, potencial de establecimiento y colonización, asimismo se sugieren alternativas de gestión, orientadas a sustentar la toma de decisiones en la estructuración de las estrategias para enfrentar estas invasiones que amenazan la biodiversidad, productividad y economía del país.

“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 contenidos

Contenido

Tabla de contenidos	4
1 Consideraciones generales que se realizaron durante la realización del análisis de riesgo para cada especie evaluada.	5
2 Análisis de riesgo para <i>Solenopsis invicta</i>	5
3 Reporte de análisis de riesgo <i>Solenopsis invicta</i> :	26
Referencias bibliográficas	27
4 Análisis de riesgo para <i>Linepithema humile</i>	34
5 Reporte de análisis de riesgo <i>Linepithema humile</i> :	51
Análisis de riesgo para <i>Pheidole megacephala</i>	56
6 Reporte de análisis de riesgo <i>Pheidole megacephala</i> :	68
Referencias bibliográficas	69
7 Consideraciones generales que se realizaron durante la realización del análisis de riesgo para cada especie evaluada.	73
8 Análisis de riesgo para <i>Nylanderia fulva</i>	73
<i>Nylanderia fulva</i>	73
Ámbito del AR (campo de aplicación del análisis de riesgo)	73
9 Reporte de análisis de riesgo <i>Nylanderia fulva</i> :	88
Referencias bibliográficas	89

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.

2 Análisis de riesgo para *Solenopsis invicta*

Se presenta el análisis de riesgo para *S. invicta* llamada comúnmente “hormiga roja de fuego” (Herrera-Rangel & Armbrecht, 2007). Esta especie pertenece a la subfamilia Myrmicinae del género *Solenopsis* que está representado por 31 especies en México (Vásquez-Bolaños, 2015). *S. invicta* esta reportada como invasora en diferentes partes del mundo, es originaria de zonas tropicales y subtropicales de Sudamérica, pero se documentó por primera vez en Mobile, Alabama, E.U. en la década de 1930 (Ascunce *et al.* 2011). Actualmente se encuentra en todo el Suroeste de los Estados Unidos y California. Posteriormente se introdujo y se extendió a otros países, generalmente ha sido transportada por el hombre en cargamentos (Quezada-Martínez *et al.*, 2009). En el 2005 *S. invicta* fue reportada por primera vez en México, en tres estados de la frontera de Mexicana: Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila (Sánchez-Peña *et al.*, 2005), recientemente en 2012 fue reportada para el estado de Guanajuato en un trabajo de Salas-Araiza y colaboradores.

A continuación se desglosan las 49 preguntas del análisis de riesgo para hormigas, cada pregunta incluye la respuesta, el argumento y las referencias:

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: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las invasiones, aunque no sean fenómenos provocados exclusivamente por el hombre, son consecuencia directa de la expansión del transporte y el comercio (Casellas, 2004). Los invasores que han sido exitosos son en general especies que en su lugar de origen tienen predisposición a ser transportadas por seres humanos y a tolerar las difíciles condiciones que se dan durante el transporte, introducción, establecimiento y dispersión (Suárez & Tsutsui 2008). En 1930 algunas colonias de *S. invicta* fueron introducidas accidentalmente en los Estados Unidos en el puerto de Mobile, Alabama, buques

provenientes de Brasil desembarcaron mercancías infestadas con la "hormiga roja de fuego", éstas colonizaron desde Alabama a casi cada estado del Sur estadounidense (Ascunce *et al.*, 2011). Esta ruta de introducción es involuntaria, pero el producto contaminado se transfiere debido al comercio internacional, por lo que se debe dar prioridad al desarrollo de medidas fitosanitarias para evitar la llegada de esta y otras especies exóticas (Quezada-Martínez *et al.*, 2009). En transportes terrestres de carga, *S. invicta* se puede propagar accidentalmente viajando como contaminante en algún producto o material de vivero, por ejemplo tierra, semillas o plantas (Sánchez-Peña *et al.*, 2005).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La hormiga de "fuego" *S. invicta* es originaria de zonas tropicales y subtropicales de Sudamérica, se documentó por primera vez su introducción en Mobile, Alabama, E.U. en la década de 1930 (Ascunce *et al.*, 2011). Actualmente se encuentra en todo el Suroeste de los Estados Unidos y California (AntCat, 2017). Posteriormente se introdujo y se extendió a otras partes del mundo, incluido el Caribe, Australia, Nueva Zelanda, Taiwán, Hong Kong, Macao y China donde se ha naturalizado para posteriormente llegar a ser una hormiga invasora (AntWiki, 2017). Esta especie es de las hormigas mejor estudiadas debido a su severo impacto a nivel mundial por causar impactos ecológicos, económicos y de salud (Capdevila *et al.*, 2013).

3. ¿La especie tiene subespecies invasoras?

Respuesta: no

Certeza: Muy cierto

Argumento: No se tienen registros de subespecies para esta especie (AntCat, 2017).

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

Argumento: La hormiga de "fuego" *S. invicta* es originaria de zonas tropicales y subtropicales de Sudamérica, esta especie se distribuye en un amplio espectro de hábitats

y climas. La temperatura del suelo es el factor ecológico clave que regula la reproducción y el crecimiento de las colonias esta especie (Korzukhin *et al.* 2001), además tiene la capacidad de sobrevivir en condiciones de sequía, la estructura de sus colonias cuenta con una red de túneles que se extienden bajo la capa freática (Quezada-Martínez *et al.*, 2009). Basado en datos de temperatura y precipitación Morrison & colaboradores en 2004 determinaron mediante un modelo de expansión potencial de *S. invicta*, que diversas áreas de México y Centroamérica están en peligro de ser invadidas (Fig. 1). Actualmente en Estados Unidos *S. Invicta* ha infestado más de 310 millones de acres en 12 estados: Alabama, Arkansas, Florida, Georgia, Luisiana, Misisipi, Carolina del Norte, Oklahoma, Carolina del Sur, Tennessee, Texas y Virginia (Fig. 2). En México se tiene un reporte de una infestación de 20,000 metros cuadrados, en Matamoros, Tamaulipas, cerca de la frontera con Brownsville (Sánchez-Peña *et al.*, 2005).

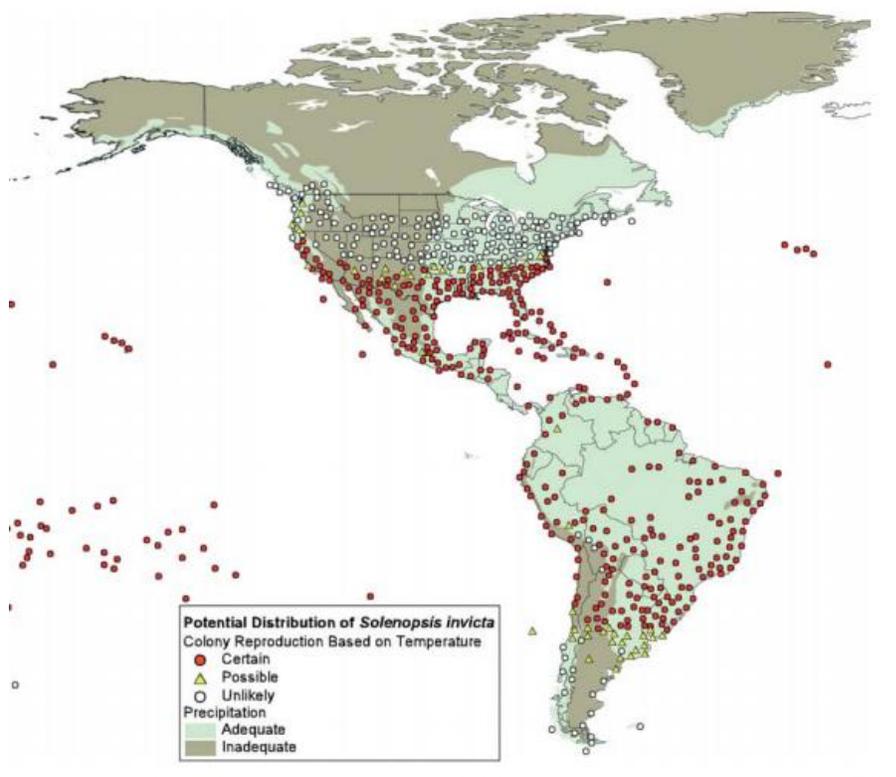


Figura 1. Rango global potencial de la hormiga de fuego roja importada, *S. invicta*, en el hemisferio occidental. Los círculos rojos indican áreas de cierto éxito reproductivo (> 3900 alados); Triángulos amarillos Indican áreas de posible éxito reproductivo (> 1500 pero ≤ 3900 alados); Los círculos blancos indican áreas de improbable éxito reproductivo (≤1500 alados), basadas en la temperatura. El sombreado verde indica regiones con suficiente precipitación anual (estimada en > 510 mm) para sostener a *S. invicta*; Verde oliva indica las regiones áridas que cuentan con lluvia insuficiente (≤ 510 mm de precipitación anual). Tomado de Morrison *et al.*, 2004.

colaboradores, realizaron un estudio sobre las infestaciones de *S. invicta* en Matamoros, Tamaulipas. En el estado de Guanajuato recientemente se obtuvo el primer informe sobre la presencia de "la hormiga roja de fuego" en plantaciones alfalfa, fresa y frijol con un promedio de 280 nidos por hectárea (Salas-Araiza *et al.*, 2012). En 2013 González-Valdivia y Colaboradores reportaron a esta especie en sistemas agroforestales de 3 regiones dentro del Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México.

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La "hormiga roja de fuego" se distribuye en un amplio espectro de hábitats y climas (AntMaps, 2017). Tiene la capacidad de sobrevivir en condiciones de sequía y la estructura de sus colonias cuenta con una red de túneles que se extienden bajo la capa freática (Quezada-Martínez *et al.*, 2009). Esto es favorable para su establecimiento debido a que la temperatura del suelo es determinante para la regulación de la reproducción y el crecimiento de las colonias esta especie (Korzukhin *et al.* 2001).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* es nativa de América del Sur pero debido al transporte y comercio humano se ha extendido rápidamente en todo el sur de Estados Unidos y en otras regiones del mundo, incluido el Caribe, Australia, Nueva Zelanda, Taiwán, Hong Kong, Macao y China (Ascunce *et al.*, 2011). En diversas regiones de México se tienen condiciones climáticas similares a su rango de distribución nativa, con clima templado y precipitaciones adecuadas para la reproducción de la especie (Morrison *et al.*, 2004).

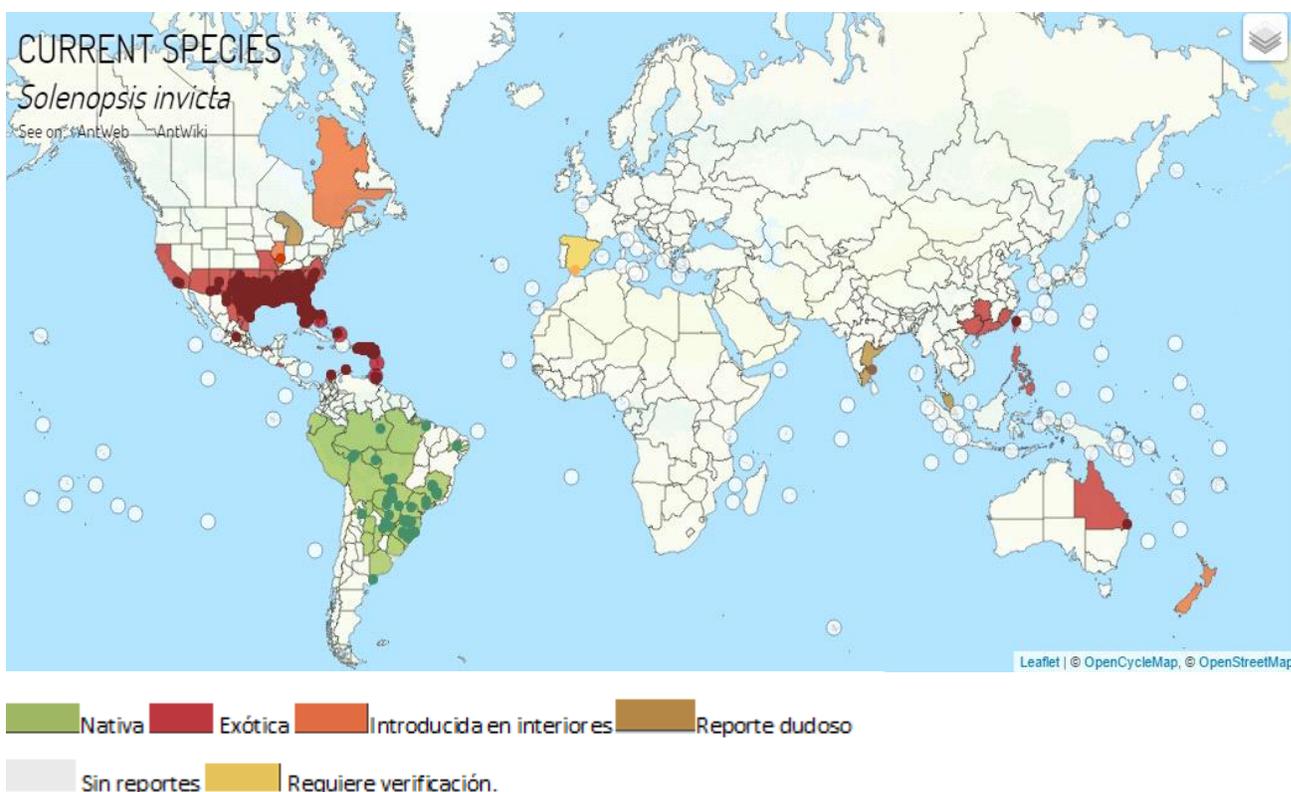
8. ¿La especie tiene historias de introducción fuera de su rango natural? ¿Estas han sido exitosas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La hormiga de "fuego" *S. invicta* tiene su rango natural de distribución en zonas tropicales y subtropicales de Sudamérica, sin embargo su primera historia de

introducción se documentó en Mobile, Alabama, E.U. en 1930. Actualmente se encuentra como especie invasora en todo el Suroeste de los Estados Unidos y California. Posteriormente se ha introducido y extendido con éxito a diversas partes del mundo (Fig. 3), como se detalla a continuación: En la región Neártica tiene la siguiente distribución: Alabama, Arizona, Arkansas, California, Florida, Georgia, Illinois, Luisiana, Mississippi, Missouri, Nuevo México, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Tennessee y Texas. En la Región Neotropical está presente en: Anguila, Antigua y Barbuda, Argentina, Aruba, Brasil, Islas Vírgenes Británicas, Islas Caimán, Mato Grosso, Mato Grosso del Sur, Montserrat, Paraguay, Puerto Rico, Isla de San Martín, Trinidad y Tobago, Islas Turcas y Caicos e Islas Vírgenes de los Estados Unidos. En Oceanía esta reportada para Hawái y en la región Paleártica en China (AntCat, 2017; AntWiki, 2017).



*Introducida en interiores se refiere a las especies de hormigas que solo se encuentran dentro de construcciones hechas por el hombre, debido a que el exterior presenta condiciones climáticas extremas.

Figura 3. Registros de distribución mundial de *Solenopsis invicta* (antmaps.org, 2016; <http://antmaps.org/?mode=speciesHYPERLINK> "<http://antmaps.org/?mode=species&species=Solenopsis.invicta>"&HYPERLINK "<http://antmaps.org/?mode=species&species=Solenopsis.invicta>"species=Solenopsis.invicta").

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* se ha introducido y naturalizado en diversas partes del mundo, hasta llegar al estatus de especie invasora, como se detalla a continuación (Fig. 3): Alabama, Arizona, Arkansas, California, Florida, Georgia, Illinois, Luisiana, Mississippi, Missouri, Nuevo México, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Tennessee, Texas, Anguila, Antigua y Barbuda, Aruba, Islas Vírgenes Británicas, Islas Caimán, Puerto Rico, Isla de San Martín, Trinidad y Tobago, Islas Turcas y Caicos e Islas Vírgenes de los Estados Unidos, Hawái, China, el Caribe, Australia, Nueva Zelanda, Taiwán, Hong Kong y Macao (Ascunce *et al.*, 2011; AntCat, 2017; AntWiki, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Numerosos estudios han reportado el efecto negativo de la "hormiga roja de fuego" sobre las poblaciones de hormigas nativas con ecología similar que son desplazadas por esta hormiga invasora, como en el caso de *Solenopsis geminata* y *Solenopsis xyloni* (Tschinkel, 1988; Porter *et al.*, 1990; Vinson, 1997). Esta situación es grave al considerar los variados e importantes papeles que cumplen las diferentes especies de formícidos en los ecosistemas (Hölldobler y Wilson, 1990). Además *S. invicta* puede tener efectos negativos en otros artrópodos, por ejemplo las colonias de la "hormiga roja de fuego" pueden robar a las abejas miel almacenada, polen, larvas y pupas teniendo así un impacto devastador en la colonia (Collingwood *et al.*, 1997).

11. ¿En su área de naturalización, hay impactos a alguna especie de importancia económica (agricultura, viveros, ornamental, ganadería, etc.)?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta hormiga supone una importante amenaza para la agricultura, es abundante en varios ecosistemas agrícolas en el sur de los Estados Unidos y puede afectar la abundancia de artrópodos benéficos en estos sistemas, también aumenta la abundancia de áfidos que son vectores de virus en plantas (Coppler *et al.*, 2007). Diversos estudios reportan a *S. invicta* afectando diversos cultivos como papa, soya y algodón (Eubank, 2002; Holway *et al.*, 2002), parte del daño ocurre en las semillas en las plantas jóvenes

(Apperson & Powell, 1983). Otro aspecto en que "la hormiga roja de fuego" afecta a los cultivos es atacando a enemigos naturales benéficos. Tal es el caso del parasitoide *Toxineurina nigriceps*, las pupas de este organismo son atacadas y consumidas por *S. invicta* (López, 1982). También se deben considerar los daños que ocasiona esta hormiga en los productos vegetales, por ejemplo, se ha demostrado que *S. invicta* se alimenta de maíz, patatas, soja y berenjenas (Adams *et al.*, 1976, Lofgren y Adams, 1981, Apperson & Powell, 1983).

12. ¿En su área de naturalización, hay impactos a ecosistemas, servicios ecosistémicos u otro tipo de valores ambientales?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* puede tener un impacto negativo sobre diversos vertebrados, se ha documentado que reduce las poblaciones de roedores, serpientes y aves (Vinson y Sorenson, 1986; Porter *et al.*, 1990; Vanderwoude *et al.*, 2000). Por ejemplo el halcón de la noche (*Cordeites minor*), la codorniz blanca (*Colinus virginianus*) y la alondra del este (*Sturnella magna*) son especies de aves afectadas por esta hormiga (Vinson, 2013). Aunque se han atribuido algunos efectos beneficiosos a *S. invicta*, los impactos negativos de este invasor superan con creces los beneficios, debido a las densidades de esta especie en los lugares invadidos (Porter *et al.*, 1997). Holway y colaboradores (2002) revisaron las consecuencias de las invasiones de hormigas e hicieron un recuento del impacto grave de las hormigas de fuego en 10 especies de aves, 2 lagartos, 2 caimanes, 7 tortugas, 2 serpientes y un sapo, 2 peces por ingestión, 7 mamíferos, y un gran número de invertebrados. Está claro que *S. invicta* ha sido un invasor serio y ha tenido un grave impacto en muchos sistemas biológicos del medio ambiente que invade (McGlynn, 1999).

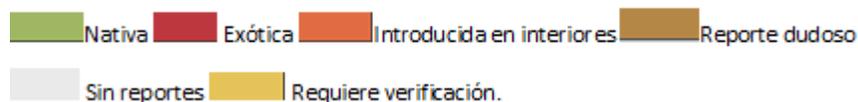
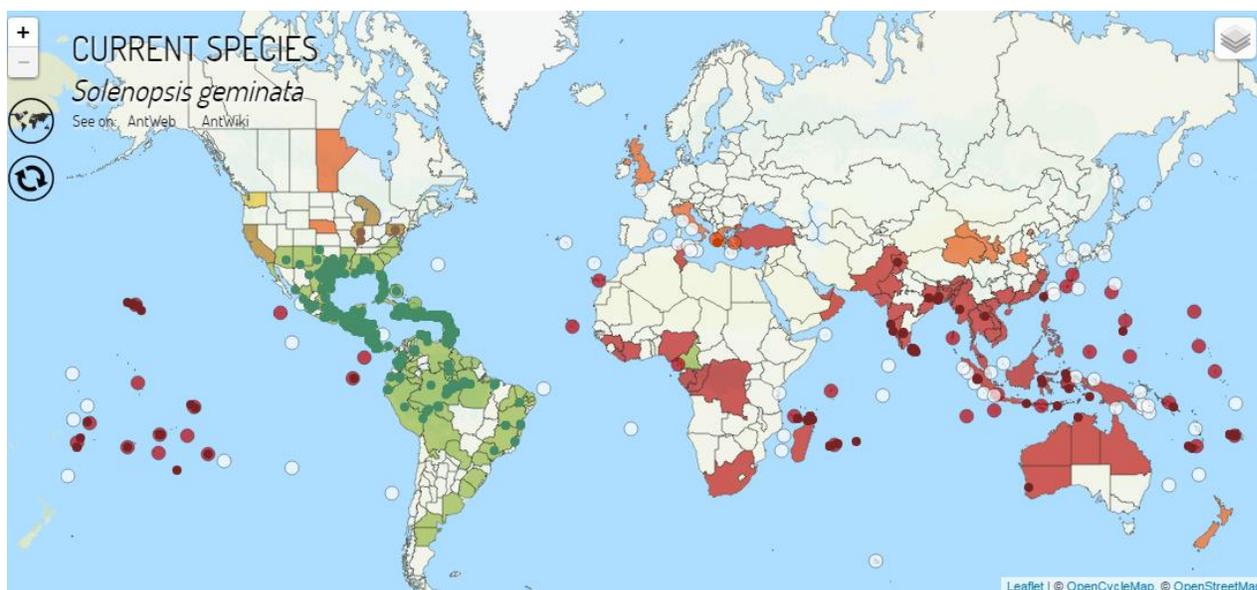
13. ¿La especie tiene congéneres invasores?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

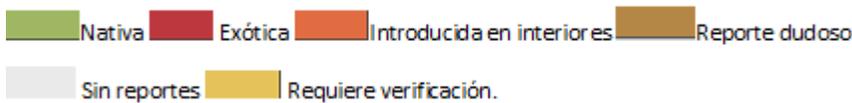
Argumento: Además de *S. invicta* existen otras especies dentro del género *Solenopsis* que son invasoras en diferentes partes del mundo. La hormiga de fuego tropical, *Solenopsis geminata*, es una plaga conocida en muchas partes del mundo, que se ha extendido por medio del comercio humano (Wetterer, 2010). Es una especie invasora en diferentes áreas del viejo mundo y Australia, en América es una especie nativa (Fig. 4). Esta hormiga se ha reportado atacando hasta la muerte a aves de corral (Tschinkel, 2006). *Solenopsis richteri* es otra hormiga dentro de este género que se reporta como invasora en Estados

Unidos (Fig. 5), donde se considera una plaga por ser responsable de daños causados a la maquinaria agrícola. También es una molestia debido a su preferencia para construir montículos en el césped y su picadura es dolorosa (Taber, 2000).



*Introducida en interiores se refiere a las especies de hormigas que solo se encuentran dentro de construcciones hechas por el hombre, debido a que el exterior presenta condiciones climáticas extremas.

Figura 4. Registros de distribución mundial de *Solenopsis geminata* (antmaps.org, 2016; <http://antmaps.org/?mode=speciesHYPERLINK> "<http://antmaps.org/?mode=species&species=Solenopsis.invicta>"&HYPERLINK "<http://antmaps.org/?mode=species&species=Solenopsis.invicta>"species=Solenopsis.geminata).



*Introducida en interiores se refiere a las especies de hormigas que solo se encuentran dentro de construcciones hechas por el hombre, debido a que el exterior presenta condiciones climáticas extremas.

Figura 5. Registros de distribución mundial de *Solenopsis richteri* (antmaps.org, 2016; <http://antmaps.org/?mode=speciesHYPERLINK> "[http://antmaps.org/?mode=species&species=Solenopsis.invicta"&HYPERLINK](http://antmaps.org/?mode=species&species=Solenopsis.invicta) "<http://antmaps.org/?mode=species&species=Solenopsis.invicta>"species=Solenopsis.richteri).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Aproximadamente entre el 30% y el 60% de los seres humanos que habitan las áreas urbanas infestadas son picados cada año por "las hormigas rojas de fuego"(Vinson, 1997). Las picaduras ocurren frecuentemente en niños y generalmente en las extremidades inferiores. La hormiga usa sus mandíbulas para sujetarse de la piel, curva su cuerpo e inyecta su veneno con el aguijón ubicado en la parte final de su abdomen, si no se aleja oportunamente de la piel, picará repetidamente. Después del ataque se puede sentir una sensación de ardor intenso comparable al dolor de una quemadura en el lugar de la picadura (DeShazo, 1990). Su veneno contiene alcaloides y antígenos alérgicos (Adams, 1986). Las reacciones pueden clasificarse como locales, sistémicas (incluyendo

anafilaxias), u "otras". Tres tipos de reacciones se identifican generalmente: el sarpullido, la pústula estéril, y la reacción local grande. Hasta el momento ninguna terapia conocida evita efectivamente las pústulas. Estas lesiones pueden infectarse provocando dermatitis supurativa o incluso sepsis, los individuos más sensibles son los pacientes diabéticos (Kemp *et al.*, 2000). Las reacciones locales grandes incluyen edema pruriginoso, endurecimiento y enrojecimiento de la piel que pueden persistir de 24 a 72 horas. Compresas frías y la elevación de la extremidad afectada puede ser útil para potenciar el efecto de esteroides tópicos y antihistamínicos (DeShazo, 1990). Las reacciones sistémicas pueden variar desde manifestaciones cutáneas hasta manifestaciones potencialmente fatales de bronco espasmo, edema laríngeo o hipotensión. Diversas encuestas en Estados Unidos han reportado que entre el 0,6% y el 16% de las personas picadas por esta hormiga tienen reacciones anafilácticas. La anafilaxia puede ocurrir horas después de una picadura. El tratamiento que se requiere en estos casos son inyecciones de epinefrina (Kemp *et al.*, 2000). Además se ha informado que la picadura de este insecto ha causado convulsiones y mononeuritis, síndrome nefrótico y el empeoramiento de enfermedades cardiopulmonares preexistentes (Swanson & Leveque, 1990).

15. ¿La especie es capaz de competir exitosamente con especies nativas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *Solenopsis invicta* es considerada una amenaza importante para la conservación de la biodiversidad ya que afecta diversos ecosistemas naturales y modificados. Numerosos estudios han registrado el efecto de la "hormiga roja de fuego" sobre las poblaciones de hormigas nativas (Porter *et al.*, 1990). Compite con éxito contra otras hormigas locales, ampliando su rango de distribución, especialmente en los Estados Unidos, donde se han extendido gradualmente por el norte y el oeste, a pesar de los intensos esfuerzos para detenerlas o eliminarlas (Quezada-Martínez *et al.*, 2009). Son hormigas muy resistentes y se han adaptado para sobrevivir tanto con inundaciones como con condiciones de sequía (Asano & Cassill, 2012). La capacidad de *S. invicta* para alcanzar densidades de población elevadas, debido a características biológicas intrínsecas juega un papel importante (Morrison, 2000).

16. ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: No se tienen reportes de *S. invicta* como parásito de otras especies (AntCat, 2017; AntWiki, 2017).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Estudios han demostrado que las reinas de esta especie tienen depredadores como arañas, aves, odonatos y otras especies de hormigas como *Dorymyrmex insanus* (Whitcomb *et al.*, 1973; Nichols & Sites, 1991). Sin embargo *S. invicta* tiene glándula venenosa lo que la hace generalmente menos apetecible y usualmente sólo los depredadores especializados se alimentan de las obreras.

18. ¿La especie tiene como presa a una especie nativa (por ejemplo una que antes no tenía depredadores o un nivel de depredación muy bajo)?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* ha causado disminuciones en la abundancia y riqueza de especies en áreas invadidas. En Texas durante una invasión inicial en los años ochenta se documentó un grave impacto en hormigas nativas y artrópodos en una zona de 32 hectáreas de bosques mixtos y praderas abiertas (Morrison, 2002). También puede depredar especies de vertebrados nativos, Landers y colaboradores (1980) reportaron a esta hormiga como depredadores de las crías de tortuga *Gopherus polyphemus* en el Suroeste de Georgia. En aves se han realizado varios reportes de depredación de especies nativas por parte de la “hormiga roja de fuego”, por ejemplo, *Colinus virginianus*, *Hirundo pyrrhonota*, *Muscivora forficata* y *Sterna antillarum* (Wilson & Silvy, 1988; Wojcik *et al.*, 2001).

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

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Las hormigas tienen numerosas relaciones parasitarias y mutualistas, pueden desarrollar múltiples interacciones con animales, plantas, hongos y bacterias. Debido a esto son una amenaza potencial como portadores de microorganismos patógenos encontrados como *Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Acinetobacter*, *Streptococcus*, *Enterococcus* y *Enterobacter* (Fowler *et al.*, 1993; Pereira & Ueno, 2008).

20. ¿La especie tiene asociaciones con insectos “homópteros” (áfidos, escamas, etc.) o con otros insectos que se alimentan de plantas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La “hormiga roja de fuego” tiene asociaciones mutualistas con áfidos que podrían ser importantes durante el proceso de invasión (Simberloff & Von-Holle, 1999), *S. invicta* atiende y protege a dichos insectos a cambio de la melaza que producen (Kaplan & Eubanks, 2002). Los “homópteros” pueden producir en promedio el 45% del requerimiento energético de una colonia de *S. invicta* (Helms & Vinson, 2002). Algunos de los áfidos que se han reportado con mutualismos para esta hormiga son: *Antonina graminis* y *Toxoptera citricida* (Michaud & Browning, 1999).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Debido a que a *S. invicta* es favorecida con los hábitats perturbados se ha acelerado su expansión en diversos lugares. Tiene hábitos de alimentación generalista y utiliza túneles para reducir el impacto de los depredadores y el efecto de altas temperaturas en la superficie (Mackay & Vinson, 1989; Calcaterra *et al.*, 2008). Esta especie no es agresiva con individuos de la misma especie pero de diferente colonia, lo que le permite ser unicolonial (Fontenla & Matienzo, 2011).

22. ¿La especie tiene flexibilidad en los hábitos de anidación y pueden ocupar diversos microhábitats de anidación?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: El comportamiento para la nidificación en *S. invicta* es oportunista, por lo cual no requiere características especiales para su establecimiento (Della Lucia, 2003).

23. ¿Es esta especie pasiva con otras colonias de la misma especie?

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Es una especie poligínica y monógina. Tanto en los Estados Unidos como en Sudamérica, *Solenopsis invicta* tiene dos formas sociales genéticamente determinadas, una monogina en la que las colonias presentan una única reina y otra poligina en la que estas colonias presentan más de una reina (Porter, 1992). Las colonias monoginas defienden territorios contra sus vecinos conoespecíficos, mientras que las poliginas exhiben menor agresión intraespecífica, lo que les permite mantener altas densidades de nidos interconectados (Tschinkel, 2006).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Los individuos reproductivos consisten de reinas vírgenes y machos, ambos alados. Cuando las condiciones son propicias estos reproductivos abandonan la colonia y salen en un vuelo nupcial en el que los machos fecundan a las reinas. Luego de ser fecundadas, las reinas se desprenden de sus alas y empiezan a cavar, estableciendo un nido incipiente, una colonia puede establecerse por una sola reina (monoginia) o por varias reinas (poliginia) (Torres, 1990; Callcott & Collins, 1996; Deyrup *et al.*, 2000). El número de obreras disminuye durante la producción de sexuales, se han reportado colonias desde 900 hormigas hasta 330,000 individuos en 12 colonias muestreadas (Araujo & Tschinkel, 2010).

25. ¿Esta especie sólo tiene un nido por colonia, tiene evidencia de agresividad entre los nidos o colonias de la misma especie o población?

Respuesta: no

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta especie no es agresiva con individuos de la misma especie (en su forma poliginia en poblaciones introducidas) pero de diferente colonia, lo que le permite ser unicolonial (Fontenla y Matienzo, 2011).

26. ¿Esta especie se alimenta de recursos vegetales, como el néctar, polen y secreciones extraflorales?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Es una especie generalista por lo que tiene un amplio espectro de alimentación (Lassau & Hochuli, 2004). Se ha reportado depredando huevos y larvas de diversos insectos (Panizzi, 2004), consumiendo melaza de diferentes áfidos, así como néctar extrafloral (Lanza *et al.*, 1993; Rice y Eubanks, 2013). Son atraídas por fuentes de proteínas, azúcares, lípidos, y por humedad (Vinson, 1997).

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

Argumento: Las colonias de *S. invicta* reducen de diversas maneras la calidad de hábitat para especies nativas (Rosas-Mejía & Janda, 2017), por ejemplo pueden robar a las abejas miel almacenada, polen, larvas y pupas teniendo así un impacto devastador en la colonia (Collingwood *et al.*, 1997). Compiten y reemplazan colonias de hormigas nativas, como *Solenopsis geminata* (Portet *et al.*, 1988).

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

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: *S. invicta* hibrida con *Solenopsis richteri* una hormiga que está estrechamente relacionada con la “hormiga roja de fuego” (*S. invicta*), comúnmente se hibridan en áreas de superposición (Gibbons & Simberloff, 2005; AntWiki, 2017).

29. ¿La especie es poligínica?

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: *S. invicta* tiene dos formas sociales genéticamente determinadas, una monogina en la que las colonias presentan una única reina y otra poligina en la que estas colonias presentan más de una reina (Porter, 1992).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La reina de esta hormiga tiene la capacidad de desplazarse de 1.6 km del nido de origen a 20 km o más para fundar un nido, son oportunistas para la nidificación y son

generalistas en los hábitos alimenticios, es independiente de otras especies para completar su ciclo biológico (Vinson, 1997).

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

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: En las colonias de *S. invicta* puede haber más de una reina, es decir son poligínicas lo que les permite mantener altas densidades de nidos interconectados (Tschinkel, 2006). *S. geminata* es una especie del mismo género que también presenta poliginia en algunas poblaciones, sin embargo ocurre en densidades bajas a lo largo de carreteras y es desplazada por *S. invicta* cuando se superponen sus poblaciones (Tschinkel, 1988).

32. ¿La reproducción en esta especie es continua?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* tiene un período de reproducción más largo que otras hormigas, ocurriendo en algunas regiones durante la mayor parte del año, principalmente en los meses cálidos (Parachú & Piña, 2008).

33. ¿La estrategia reproductiva es por fisión colonial?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* utiliza la fisión colonial como estrategia reproductiva (Tschinkel, 2006), esto consiste en que las reinas fertilizadas acompañadas por algunas obreras, dejan su nido de origen para establecer un nuevo nido (Vargo & Porter, 1989).

34. ¿En esta especie la copulación entre machos y hembras (con alas) ocurre dentro del mismo nido? por lo tanto ¿el vuelo nupcial no se realiza?

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: En las colonias de reinas múltiples (poliginia) tienden a producir nuevas reinas con pocas reservas de energía y con capacidades de vuelo más débiles (Stille, 1996). Estas

reinas no sólo tienden a aparearse en o cerca de su nido natal (Ross y Keller, 1995) generalmente también inician la reproducción dentro de este y son reclutadas como reproductoras adicionales (Bourke y Franks, 1995).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* tiene una amplia dispersión en su hábitat de distribución natural, reportándose en la mayor parte de la región central y norte de Sudamérica (AntCat, 2017). En Sudamérica esta especie se encuentran distribuidas a lo largo de una gran variedad de hábitats y zonas climáticas (Folgarait *et al.*, 2005).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Pueden transportarse accidentalmente propágulos de *S. invicta* viajando como contaminante en algún producto o material de vivero, dicho propágulo puede estar compuesto por reinas con huevos fértiles, obreras y diferentes estadios larvales (Sánchez-Peña *et al.*, 2005; Quezada-Martínez *et al.*, 2009).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* no es una especie que haya sido reportada como liberada deliberadamente, no se ha utilizado como controlador biológico. Sin embargo se han realizado algunos estudios en diferentes cultivos donde se evaluó el efecto de *S. invicta* sobre los organismos plaga y en algunos casos como en garrapatas, se comprobó que reducía la población plaga (Junquera, 2007).

38. ¿Hay estadios del ciclo que puedan dispersarse como contaminante de productos o materias primas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las reinas fecundadas de *S. invicta* así como obreras, pupas y larvas pueden ser transportadas accidentalmente como contaminante en algún producto o material de vivero, especialmente en contenedores marítimos con productos provenientes de alguna región infestada (Quezada-Martínez *et al.*, 2009; PIAT, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las colonias poliginias (varias reinas) producen un mayor número de sexuales y obreras de manera continua, lo que aumenta la densidad de población en los nidos. Las reinas producidas pueden permanecer en el nido, produciendo más individuos para la colonia (poliginia secundaria) o abandonar el nido de origen para dispersarse de manera natural o artificial de forma accidental y así una (haplometrosis) o varias reinas (pleometrosis) pueden fundar un nuevo nido (Deyrup *et al.*, 2000; Fernández, 2003).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* tiene un amplio rango de tolerancia de temperatura, se ha reportado el forrajeo de obreras de 15 a 43 °C con tasas máximas entre 22 y 36 °C, las bajas temperaturas limitan la actividad mucho más frecuentemente que las altas temperaturas (Sanford & Tschinkel, 1987). En el caso del régimen de humedad, se han realizado estudios donde las tasas de mortalidad no fueron significativamente afectadas por las condiciones de humedad relativa (0% o 100%) Xu *et al.* (2009). Basado en datos de precipitación y temperatura se han realizado predicciones que determinaron la expansión potencial *S. invicta* y se concluye que grandes áreas en México, el norte de América del Sur, América Central y muchas islas del Caribe así como gran parte de la región que rodea al mar Mediterráneo y algunas zonas cercanas al Mar Negro y el Mar Caspio, están en gran riesgo de invasión (Morrison *et al.*, 2004).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: *S. invicta* no es una especie que haya sido reportada como liberada deliberadamente, no se ha utilizado como controlador biológico. Sin embargo se han realizado algunos estudios en diferentes cultivos donde se evaluó el efecto de *S. invicta* sobre los organismos plaga y en algunos casos como en garrapatas, se comprobó que reducía la población plaga (Junquera, 2007; ISSG, 2014).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* puede encontrarse en una amplia gama de hábitats y es capaz de dominar áreas alteradas. En las áreas forestales perturbadas y desarrolladas, los nidos de *S. invicta* son abundantes a lo largo de caminos y senderos cerca de edificios. Las reinas recién apareadas de *S. invicta* se mueven frecuentemente a pastos (Taber, 2000). En áreas infestadas, las colonias son comunes en céspedes, jardines, patios escolares, parques, bordes de caminos y campos de golf. Los nidos se observan generalmente en áreas abiertas soleadas y son especialmente comunes en suelo perturbado e irrigado (CABI, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La actividad depredadora de *S. invicta* reduce la vida silvestre en algunas áreas. Reduce la biodiversidad en áreas recién infestadas, particularmente de otras especies de hormigas (King y Tschinkel, 2008). En Estados Unidos se ha observado que esta hormiga afecta negativamente al menos catorce especies de aves, trece especies de reptiles, una especie de pez y dos especies de pequeños mamíferos (ISSG, 2014). *S. invicta* ha sido transportada de manera accidental en áreas naturales protegidas, por ejemplo en parques nacionales de Australia (Mac Nally *et al.*, 2009).

44. ¿Esta especie tolera algunos pesticidas o insecticidas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Se ha reportado la baja sensibilidad a 17 insecticidas en larvas del cuarto estadio de *S. invicta*, esto se ha atribuye a la fuerte actividad de las enzimas metabólicas de dichas larvas (Yan *et al.*, 2011).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Numerosos enemigos naturales de *S. invicta* han sido reportados e investigados (Williams *et al.*, 2003). Sin embargo, pocos de estos tienen las características en el uso de control biológico. En México se han reportado las siguientes especies como enemigos naturales de *S. invicta*: *Beauveria bassiana*, *Phidippus audax*, *Dorymyrmex insanus* y *Solenopsis molesta* (Drees & Knutson, 2002; CABI, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *S. invicta* es altamente invasora debido a su alta capacidad reproductora, gran tamaño de colonias, capacidad para explotar las perturbaciones ambientales, amplio rango de alimentación y su agresividad con una picadura dolorosa (CABI, 2017). Puede encontrarse en una amplia gama de hábitats y es capaz de dominar hábitats alterados (Trager, 1991). En las áreas forestales perturbadas los nidos de *S. invicta* son abundantes a lo largo de caminos y cerca de construcciones (Taber, 2000).

47. ¿Puede esta especie resistir el cambio de un lugar a otro del nido (en su totalidad o solo un fragmento del nido)?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La propagación de *S. invicta* ha sido realizada accidentalmente por los seres humanos a través del envío de diversos artículos infestados, los objetos contaminados con el suelo presentan un alto riesgo (CABI, 2017). Generalmente, colonias de la "hormiga roja de fuego" están anidando en el suelo, macetas, paja o cualquier material propicio para un nido (Weeks & Drees, 2002).

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: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las variables climáticas, especialmente la temperatura y la precipitación, desempeñan un papel importante en la determinación de la distribución de *S. invicta* (Ward, 2009). En términos generales, las áreas continentales que reciben más de 510 mm de precipitación por año podrían ser un hábitat propicio para esta especie, mientras que las áreas continentales que reciben menos de 510 mm de precipitación por año probablemente pueden albergar a *S. invicta* cerca de fuentes de agua permanente o áreas regularmente irrigadas (Vinson, 1997; Morrison *et al.*, 2004).

49. ¿Hay una evidencia en algunas poblaciones no nativas de la disminución de la variabilidad genética o variantes alélicas que permitan tolerar factores ambientales, químicos o de comportamiento más amplio?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Se han introducido “hormigas rojas de fuego” en Asia, Australia y otras regiones del mundo desde el sur Estados Unidos, donde las poblaciones de *S. invicta* pertenecen a un solo grupo genético, las repetidas introducciones exitosas de esta hormiga desde Estados Unidos sugieren que características específicas de esta población están asociadas con su éxito (Ascunce *et al.*, 2011).

3 Reporte de análisis de riesgo *Solenopsis invicta*:

	Resultado:	Rechazar
	Puntuación:	50
	Biogeografía:	20
Bloques de puntuación:	Atributos no deseados	10
	Biología/ecología	20
	Biogeografía	10
Preguntas contestadas:	Atributos no deseados	12
	Biología/ecología	24
	Total	46
	Agroecosistemas y zonas urbanas	36
Sectores afectados:	Medio ambiente	37
	Molestia	3
	Total de preguntas:	49

Resultado: Especie de alto riesgo

Referencias bibliográficas

Adams, C. T., Plumley, J. K., Lofgren, C. S. & Banks, W. A. 1976. Economic impact of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren. I. Preliminary investigations of impact on soybean harvest. *Journal of the Georgia Entomology Society*. 92: 165-169.

Adams, C. T. 1986. Agricultural and medical impact of the imported fire ants. Fire ants and leaf cutting ants: biology and management. In: Lofgren, C. S. & Vander Meer, R. K. (Eds.). *Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management*. Westview Press. Boulder, Colorado, U. S. A. 48-57 p.

AntCat. 2017. *Solenopsis invicta*. Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

<http://www.AntCat.org/description.do?genus=solenopsis>
["http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species"](http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species)
[&HYPERLINK](#)
["http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species"](http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species)
[name=invicta](#)
[HYPERLINK](#)
["http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species"](http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species)
[&HYPERLINK](#)
["http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species"](http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species)
[rank=species](#)

AntWiki. 2017. *Solenopsis invicta*. Fecha de actualización: 22 de abril 2017.

Apperson, C. S. & Powell, E. E. 1983. Correlation of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) with reduced soybean in North Carolina. *Journal of Economic Entomology*. 76: 259-263.

Araujo, M. B. & Tschinkel, W. R. 2010. Worker allometry in relation to colony size and social form in the fire ant *Solenopsis invicta*. *Journal of Insect Science*. 10 (94): 1-10.

Asano, E. & Cassill, D. L. 2012. Modeling temperature-mediated fluctuation in colony size in the fire ant, *Solenopsis invicta*. *Journal of theoretical biology*. 305, 70-77.

Ascunce, M. S., Yang, C. C., Oakey, J., Calcaterra, L., Wu, W. J., Shih, C. J. & Shoemaker, D. 2011. Global invasion history of the fire ant *Solenopsis invicta*. *Science*. 331 (6020): 1066-1068.

Bourke, A. F. G. & Franks, N. R. 1995. Social evolution in ants. Princeton University Press, Princeton, N.J.

CABI. 2017. (Solenopsis invicta. red imported fire ant)
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/50569#20127200502>. Fecha de consulta:
28/04/2017.

Capdevila-Argüelles, L., Zilletti, B. & Álvarez, V. Á. S. 2013. Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies Exóticas Invasoras. *Memorias Real Sociedad Española de Historia Natural*. 2a. época. 10. España.

Calcaterra, L. A., Livore, J. P., Delgado, A. & Briano, J. A. 2008. Ecological dominance of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*, in its native range. *Oecologia*. 156 (2): 411-421.

Callcott, M. A. & Collins, H. L. 1996. Invasion and range expansion of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in North America from 1918-1995. *Florida Entomologist*. 79: 240-251.

Casellas, D. 2004. Tasa de expansión de la hormiga argentina, *Linepithema humile* (Mayr 1868), (Hymenoptera, Dolichoderinae) en un área mediterránea. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*. 28: 207-216.

Coppler, L. B., Murphy, J. F. & Eubanks, M. D. 2007. Red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) increase the abundance of aphids in tomato. *Florida Entomologist*. 90 (3): 419-425.

Della Lucia, T. M. C. 2003. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. En: Fernández (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 337-349 p.

DeShazo, R. D., Butcher, B. T. & Banks, W. A. 1990. Reactions to the stings of the imported fire ant. *New England Journal of Medicine*. 323 (7): 462-466.

Deyrup, M., Davis, L. & Cover, S. 2000. Exotic ants in Florida. *Transactions of the American Entomological Society*. 126: 293-326.

Drees, B. M. & Knutson, A. E. 2002. Potential biological control agents for the red imported fire ant. Fire ant Plan Fact Sheet #009. Texas, USA: Department of Entomology, Texas A&M University.

Eubanks, M. D., Blackwell, S. A., Parrish, C. J., Delamar, Z. D. & Hull-Sanders, H. 2002. Intraguild predation of beneficial arthropods by red imported fire ants in cotton. *Environmental Entomology*. 31 (6): 1168-1174.

- Fernández, F.** 2003. Breve introducción a la biología social de las hormigas. En: Fernández, F. (ed.). *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 81-96 p.
- Fowler, H. G., Bueno, O. C., Sadastsune, T. & Montelli, A.** 1993. Ants the potential vectors of pathogens in hospitals in the state of São Paulo, Brazil. *Insect Science and its Applications*. 14: 367-370.
- Folgarait, P. J., Bruzzone, O., Porter, S. D., Pesquero, M. A., & Gilbert, L. E.** 2005. Biogeography and macroecology of phorid flies that attack fire ants in south-eastern Brazil and Argentina. *Journal of Biogeography*, 32(2), 353-367.
- Fontenla, J. L. & Matienzo, Y.** 2011. Hormigas invasoras y vagabundas de Cuba. *Fitosanidad*. 15 (4): 253-259.
- Gibbons, L. & Simberloff, D.** 2005. Interaction of hybrid imported fire ants (*Solenopsis invicta* × *S. richteri*) with native ants at baits in southeastern Tennessee. *Southeastern Naturalist*. 4(2): 303-320.
- González-Valdivia, N. A., González-Escolástico, G., Barba, E., Hernández-Daumás, S. & Ochoa-Gaona, S.** 2013. Mirmecofauna asociada con sistemas agroforestales en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 84 (1): 306-317.
- Helms, K. R. & Vinson, S. B.** 2002. Widespread association of the invasive ant *Solenopsis invicta* with an invasive mealybug. *Ecology*. 83 (9): 2425-2438.
- Holway, D. A., Lach, L., Suárez, A. V., Tsutsui, N. D. & Case, T. J.** 2002. The causes and consequences of ant invasions. *Annual review of ecology and systematics*. 181-233.
- ISSG.** 2014. Global Invasive Species Database (GISD). Invasive Species Specialist Group of the IUCN Species Survival Commission. <http://www.issg.org/database/welcome/>
- Junquera, P.** 2007. Garrapatas *Boophilus* en el ganado bovino: biología, prevención y control. Fecha de actualización: 01 diciembre de 2016. http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=26
- Kaplan, I. & Eubanks, M. D.** 2002. Disruption of cotton aphid (Homoptera: Aphididae) natural enemy dynamics by red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae). *Environmental entomology*. 31(6): 1175-1183.
- Kemp, S. F., Moffitt, J. E., Williams, D. F. & Buhner, W. A.** 2000. Expanding habitat of the imported fire ant (*Solenopsis invicta*): a public health concern. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 105 (4): 683-691.

- Korzukhin M. D., Porter, S. D., Thompson, L. C. & Wiley, S.** 2001. Modeling temperature-dependent range limits for the fire ant *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in the United States. *Environmental Entomology*. 30: 645-655.
- Landers, J. L., Garner, J. A. & Mcrae, W. A.** 1980. Reproduction of gopher tortoises (*Gopherus polyphemus*) in southwestern Georgia. *Herpetologica*. 36: 353-361.
- Lanza, J., Vargo, E. L., Pulim, S. & Chang, Y. Z.** 1993. Preferences of the fire ants *Solenopsis invicta* and *S. geminata* (Hymenoptera: Formicidae) for amino acid and sugar components of extrafloral nectars. *Environmental Entomology*. 22 (2): 411-417.
- Lassau, S. A. & Hochuli, D. F.** 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*. 27: 157-64.
- Lopez, J. D.** 1982. Emergence pattern of an overwintering population of *Cardiochiles nigriceps* in central Texas. *Environmental Entomology*. 11: 838-842.
- Lofgren, C. S. & Adams, C. T.** 1981. Reduced yield of soybeans in fields infested with the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren. *Florida Entomologist*. 64: 199-202.
- Mac Nally, R., Bennett, A. F., Thomson, J. R., Radford, J. Q., Unmack, G., Horrocks, G. & Vesk, P. A.** 2009. Collapse of an avifauna: climate change appears to exacerbate habitat loss and degradation. *Diversity and Distributions*. 15, 720-730.
- MacKay, W. P. & Vinson, S. B.** 1989. A guide to species identification of New World Ants (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 16: 1-46.
- McGlynn, T. P.** 1999. The worldwide transfer of ants: geographical distribution and ecological invasions. *Journal of Biogeography*. 26: 535-548.
- Michaud, J. P. & Browning, H. W.** 1999. Seasonal abundance of the brown citrus aphid, *Toxoptera citricida*, (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies in Puerto Rico. *Florida Entomologist*. 424-447.
- Morrison, L. W.** 2000. Mechanisms of interspecific competition among an invasive and two native fire ants. *Oikos*. 90(2): 238-252.
- Morrison, L. W.** 2002. Long-term impacts of an arthropod community invasion by the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. *Ecology*. 83: 2337-2345.
- Morrison, L. W., Porteer, S. D., Daniels, E. & Korzukhin, M. D.** 2004. Potential global range expansion of the invasive fire ant, *Solenopsis invicta*. *Biological Invasions*. 6: 183-191.

- Nichols, B. J. & Sites, R. W.** 1991. Ant predators of founder queens of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in central Texas. *Environmental Entomology*, 20(4), 1024-1029.
- Panizzi, A. R.** 2004. Southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). En Capinera, J. L. (Ed.) *Encyclopedia of Entomology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. The Netherlands. 2057-2059.
- Parachú, M. V., Piña, C. I. & Aceñolaza, F. G.** 2008. Hormigas coloradas (*Solenopsis invicta* Buren, Hymenoptera: Formicidae) en nidos de yacaré overo *Caiman latirostris*; Crocodylia: Alligatoridae. ¿Aleatorio o elección?. *Temas de la biodiversidad del litoral III. INSUGEO, Miscelánea, Tucumán*. 201-209.
- Pereira, R. S. & Ueno, M.** 2008. Ants as carriers of microorganisms in a hospital environment. *Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine*. 41:492-495.
- Porter, S. D.** 1992. Frequency and distribution of polygyne fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Florida. *Florida Entomologist*. 248-257.
- Porter, S. & Savignano, D.** 1990. Invasion of Polygyne Fire Ants Decimates Native Ants and Disrupts Arthropod Community. *Ecology*. 71 (6): 2095-2106.
- Porter, S. D., Van Eimeren, B. & Gilbert, L. E.** 1988. Invasion of red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae): microgeography of competitive replacement. *Annals of the Entomological Society of America*, 81(6), 913-918.
- Porter, S. D., Williams, D. F., Patterson, R. S. & Fowler, H. G.** 1997. Intercontinental differences in the abundance of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae): escape from natural enemies?. *Environmental Entomology*. 26 (2): 373-384.
- Quezada-Martínez, J., Sánchez-Peña, S., Delgado-García, E. M., Díaz-Solís, H. & Calixto, A. A.** 2009. Análisis multivariado de la fauna de hormigas y su asociación con *Solenopsis invicta* Buren en Matamoros, Tamaulipas, México. *Entomología Mexicana*. 8: 229-234.
- Rangel, J. H. & Armbrecht, I.** 2007. Ciclo de vida y potencial reproductivo de la hormiga depredadora *Solenopsis* cf. *picea* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Colombiana de Entomología*. 33 (1): 64.
- Rice, K. B. & Eubanks, M. D.** 2013. No enemies needed: cotton aphids (Hemiptera: Aphididae) directly benefit from red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) tending. *Florida Entomologist*. 96 (3): 929-932.
- Ross, K. G. & Keller, L.** 1995. Ecology and evolution of social organization: insights from fire ants and other highly eusocial insects. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 26:631-656.

- Salas-Araiza, M. D., Mackay, W. P. & Salazar-Solís, E.** 2012. First report of the red imported fire ant *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) from Central México. *Entomological News*. 122 (1): 93-94.
- Sánchez-Peña, S. R., Patrock, R. J. & Gilbert, L. A.** 2005. The red imported fire ant is now in Mexico: documentation of its wide distribution along the Texas-Mexico border. *Entomological News*. 116 (5): 363-366.
- Simberloff, D. & Von Holle, B.** 1999. Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown?. *Biological Invasions*. 1:21-32.
- Stille, M.** 1996. Queen/worker thorax volume ratios and nest-founding strategies in ants. *Oecologia*. 105: 87-93.
- Suárez, A. V. & Tsutsui, N. D.** 2008. The evolutionary consequences of biological invasions. *Molecular Ecology*. 17: 351-360.
- Swanson, G. P. & Leveque, J. A.** 1990. Nephrotic syndrome associated with ant bite. *Texas Medicine*. 86: 39-41.
- Taber, S.** 2000. *Fire Ants*. College Station, TX: Texas A&M University Press.
- Torres, J. A.** 1990. Aspectos ecológicos, toxicológicos y agrícolas de la hormiga brasileña *Solenopsis invicta*. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 74 (4): 375-393.
- Trager, J. C.** 1991. A revision of the fire ants, *Solenopsis geminata* group (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Journal of the New York Entomological Society*. 99:141-198.
- Tschinkel, W. R.** 1988. Distribution of the fire ants *Solenopsis invicta* and *S. geminata* (Hymenoptera: Formicidae) in northern Florida in relation to habitat and disturbance. *Annals of the Entomological Society of America*. 81(1): 76-81.
- Tschinkel, W. R.** 2006. *The fire ants*. Cambridge, Massachusetts. The Belknap Press of Harvard University Press. 747 p. ISBN: 9780674072404
- Vanderwoude, C., Lobry de Bruyn, L. A. & House, A. P. N.** 2000. Response of an open-forest ant community to invasion by the introduced ant, *Pheidole megacephala*. *Austral Ecology*. 25: 253-259.
- Vargo, E. L. & Porter, S. D.** 1989. Colony reproduction by budding in the polygyne form of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 82 (3): 307-313.
- Vásquez-Bolaños, M.** 2015. Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. *Métodos en Ecología y Sistemática*. 10 (1): 1-53.

- Vinson, S. B. & Sorensen, A. A.** 1986. *Imported fire ants: life history and impact*. Austin, Texas Department of Agriculture. 28 p.
- Vinson, S. B.** 1997. Invasion of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): Spread, biology and impact. *American Entomology*. 43: 23-39.
- Vinson, S. B.** 2013. Impact of the invasion of the imported fire ant. *Insect science*. 20 (4): 439-455.
- Weeks, R. D. Jr. & Drees, B. M.** 2002. Barrier treatments for red imported fire ants *Solenopsis invicta* in commercial honey bee operations. *Southwestern Entomologist*. 27 (2):185-189.
- Ward, D.** 2009. The potential distribution of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae), in New Zealand. *New Zealand Entomologist*, 32:67-75.
- Whitcomb, W. H., Bhatkar, A. & Nickerson, J. C.** 1973. Predators of *Solenopsis invicta* queens prior to successful colony establishment. *Environmental Entomology*. 2(6): 1101-1103.
- Wilson, D. E. & Silvy, N. J.** 1988. Impact of the imported fire ants on birds. Pp. 70-74, in *The red imported fire ant: assessment and recommendations*. Proc. of the Governor's Conference. Sportsmen Conservationists of Texas, Austin.
- Wojcik, D. P., Allen, C. R., Brenner, R. J., Forys, E. A., Jouvenaz, D. P. & Lutz, R. S.** 2001. Red imported fire ants: impact on biodiversity. *American Entomologist*. 47:16-23.
- Xu, Y. J., Zeng, L., Lu, Y. Y. & Liang, G. W.** 2009. Effect of soil humidity on the survival of *Solenopsis invicta* Buren workers. *Insectes sociaux*. 56(4): 367-373.
- Yan, Q., Zeng, X. N. & Miao, J. Z.** 2011. Insecticide sensitivity and metabolic enzyme activity of the larvae of the red imported fire ant (*Solenopsis invicta* Buren). *Chinese Agricultural Science Bulletin*. 27 (18): 293-296.

4 Análisis de riesgo para *Linepithema humile*

Esta hormiga es originaria de América del Sur pero se ha propagado por accidente en todo el mundo a través del comercio internacional, convirtiéndose en una grave plaga urbana y de los cultivos además de causar efectos negativos en las especies nativas (Shattuck, 1992; Vega y Rust, 2001). En México, *Linepithema humile* es una hormiga con potencial invasor dado que se mueve en un rango amplio de temperatura, entre 6 y 37 °C (Carpintero, 2001) y presenta características que le facilitan la colonización en áreas fuera de su distribución. Los nidos son pobremente estructurados, son unicloniales, poliginas y presentan agresividad hacia otras especies de hormigas (Passera, 1994). En el país ha sido reportada para diferentes estados; Ciudad de México, Chiapas, Guanajuato, Baja California, Baja California Sur, Veracruz, Quintana Roo e Hidalgo (Vásquez-Bolaños, 2015; AntMaps, 2016). Dado que los reportes se han realizado en norte, centro y sur, el presente análisis de riesgo aplica para todo el territorio nacional.

A continuación se desglosan las 49 preguntas del análisis de riesgo para hormigas, cada pregunta incluye la respuesta, el argumento y las referencias:

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: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* tiene dos procesos principales de dispersión: de difusión a través de fisión colonial y dispersión de larga distancia a través del transporte humano (Suarez *et al.*, 2001). El primero es el mecanismo utilizado por la hormiga para extender la invasión a hábitats contiguos y se caracteriza por una baja tasa de propagación (Suarez *et al.*, 2001). El segundo es el proceso responsable de su dispersión en todo el mundo fuera de su rango natural. La dispersión ligada al transporte humano es el principal factor detrás de la expansión de la invasión a nuevas áreas, esto significa en términos globales, que el riesgo de introducción de la especie en nuevas áreas es extremadamente alto, ya que evitar su transporte accidental es casi imposible (CABI, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* es una de las especies de hormigas más invasivas y problemáticas en el mundo según el Grupo de Especialistas en Especies Invasoras (www.issg.org/database). Nativa de América del Sur, se ha introducido y extendido por todo el mundo en áreas con climas de tipo mediterráneo usualmente asociados con hábitats perturbados como resultado de las actividades comerciales humanas (CABI, 2017).

3. ¿La especie tiene subespecies invasoras?

Respuesta: no

Certeza: Muy cierto

Argumento: Anteriormente eran válidas subespecies de *L. humile* como: *Linepithema humile angulatum*, *Linepithema humile arrogans*, *Linepithema humile breviscapa*, *Linepithema humile pertaesta*, sin embargo en el arreglo taxonómico actual, esta hormiga no tiene subespecies debido a que el nombre válido de estas subespecies ahora tienen la categoría de especie por ejemplo; *Linepithema angulatum* (Wild, 2004; AntCat, 2017).

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

Argumento: Esta hormiga tiene un alto potencial reproductivo debido a que son poligínicas (varías reinas en un nido), unicloniales (muchas colonias se comportan como una única colonia). El desarrollo de las larvas como el índice de ovoposición de la reina son muy afectados por la temperatura (Abril *et al.*, 2008). Los tiempos de desarrollo son más cortos en condiciones de alta temperatura y viceversa (Benois, 1973), mientras que las tasas de ovoposición de la reina son máximas a 28°C bajo condiciones experimentales y disminuyen a temperaturas más altas y bajas (Abril *et al.*, 2008). *L. humile* parece tener más éxito en climas subtropicales y mediterráneos que en climas extremadamente fríos, áridos o tropicales (Hölldobler y Wilson, 1990; Passera, 1994). Estas condiciones favorables para esta hormiga invasoras se pueden encontrar en diversas regiones de México (Lorca *et al.*, 1993).

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

Respuesta: Alta (2)

Certeza: Muy Cierto

Argumento: La calidad de la información sobre la compatibilidad climática es alta debido a que se ha extendido por todo el mundo en áreas con climas de tipo mediterráneo usualmente asociados con hábitats perturbados, todas estas invasiones han sido documentadas (Espadaler *et al.*, 2004; AntCat, 2017; CABI, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* tiene la capacidad para tolerar una amplia gama de condiciones abióticas además de tener necesidades dietéticas generalistas y poseer una organización unicolonial, lo que les permite extenderse fácilmente y ocupar una amplia gama de áreas (CABI, 2017). La actividad de forrajeo cesa alrededor de 40-44°C (temperatura máxima) y 5°C (temperatura mínima), con una máxima actividad de forrajeo a 34°C (Holway, 2002, Abril *et al.*, 2007).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* parece tener más éxito en climas subtropicales y mediterráneos que en climas extremadamente fríos, áridos o tropicales (Hölldobler y Wilson, 1990; Passera, 1994). Cuando se ha introducido, esta especie se encuentra principalmente en estrecha asociación con los humanos, tiene la capacidad de invadir ecosistemas naturales de todo el mundo (Holway, 1995).

8. ¿La especie tiene historias de introducción fuera de su rango natural? ¿Estas han sido exitosas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Se adapta bien en hábitats húmedos y secos abiertos, generalmente en lugares muy perturbados (Fig. 6). En Hawái, *L. humile* ha sido frecuentemente interceptada en mercancías enviadas desde California. En Honolulu su establecimiento primero fue reportado en 1940 (Zimmerman, 1941). Llegó a Maui en 1950 (Wilson y Taylor, 1967) y al Parque Nacional de Haleakala en 1967 (Huddleston y Fluker, 1968). La

Argumento: Esta hormiga tiene la capacidad de invadir ecosistemas tropicales y subtropicales naturales de todo el mundo (Holway, 1995).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: En las áreas infestadas, *L. humile* ha afectado a las faunas de hormigas nativas, provocando cambios en las comunidades de artrópodos, interacciones de hormigueros y de hormigas (CABI, 2017). Uno de los efectos más documentados de la invasión de esta hormiga es el desplazamiento a través de la competencia de casi todas las especies de hormigas nativas (Kennedy, 1998; Carpintero *et al.*, 2005). Este impacto tanto en la fauna de las hormigas nativas afecta a varios procesos ecológicos, como la ruptura de mutualismos de hormigas en la dispersión de semillas (Gómez y Oliveras, 2003) o la polinización (Blancafort y Gómez, 2005). La alteración de las comunidades nativas de artrópodos también provoca cambios en la estructura trófica del ecosistema, lo que resulta en impactos negativos, incluso en poblaciones de vertebrados nativos (Suarez *et al.*, 2000).

11. ¿En su área de naturalización, hay impactos a alguna especie de importancia económica (agricultura, viveros, ornamental, ganadería, etc.)?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Se han reportado afectaciones negativas a la agricultura provocadas por *L. humile*. Esta especie tiende a establecer interacciones mutualistas con hemípteros para obtener la melaza que producen (Angulo *et al.*, 2007). Esta relación puede producir daños en la planta huésped al afectar su crecimiento y producción, razón por la cual la especie también se considera un serio peligro para los cultivos (Ness y Bronstein, 2004). Se trata de una especie eficaz en el cuidado y protección de pulgones (hemípteros), pues ataca y desplaza a los estados inmaduros de neurópteros y de sírfidos, enemigos naturales de dichos pulgones (Bristow, 1991). Algunas de las especies que tienen una relación mutualista con esta hormiga son los siguientes; *Aphis helianthemi*, *Aphis nasturtii*, *Aphis pilosellae*, *Aphis pomi*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Melanaphis bambusae* y *Rhopalosiphum padi* (Suay-Cano *et al.*, 2002).

12. ¿En su área de naturalización, hay impactos a ecosistemas, servicios ecosistémicos u otro tipo de valores ambientales?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: En las islas Hawái ha provocado la disminución de diversos artrópodos (Cole *et al.*, 1992). También puede causar efectos negativos indirectos en diversos vertebrados, como en el caso del lagarto cornudo en California, que consume hormigas granívoras y estas son desplazadas por *L. humile* (Suárez *et al.* 2000) y en algunas aves puede reducir su éxito reproductivo, como el junco ojioscuro (Suárez *et al.*, 2001). La introducción de esta especie ha sido responsable de la disminución de la biodiversidad y abundancia en diferentes regiones del mundo (Holway, 2005; Angulo *et al.*, 2007).

13. ¿La especie tiene congéneres invasores?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Se han descrito 19 especies del género *Linepithema*, la mayoría ubicadas en Centro y Sudamérica. Dos especies, *L. humile* y *L. iniquum*, han sido llevadas alrededor del mundo con el comercio humano, aunque *L. iniquum* parece establecerse solamente en invernaderos (Wheeler 1929, Creighton 1950).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La “hormiga argentina” hace nidos dentro de las viviendas, lo que puede provocar la contaminación de los alimentos y además ser vector mecánico de microorganismos patógenos (Rust y Su, 2012). Se ha confirmado que *L. humile* es capaz de transportar los siguientes agentes microbianos: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Streptococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Escherichia vulneris*, *Hafnia alvei*, *Serratia marcescens*, *Ewingella americana*, *Providencia rettgeri*, *Bacillus* spp., *Enterobacter agglomerans*, *Stomatococcus* spp. Y *Morganella morganii* (Ipinza *et al.*, 2015). En Chile esta hormiga ha sido reportada como vector de microorganismos en ambientes intrahospitalarios e industrias de alimentos (Ipinza-Regla *et al.*, 1984).

15. ¿La especie es capaz de competir exitosamente con especies nativas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* puede provocar la eliminación de las hormigas nativas, por ejemplo en Suráfrica ha desplazado a las hormigas responsables de la dispersión de semillas, lo que puede derivar en la eventual extinción de diferentes especies (Gómez & Oliveras, 2003; Carney *et al.*, 2003). Una situación semejante ocurre con la planta *Rhamnus alaternus* en Cataluña España, donde “la hormiga argentina” reduce la tasa de dispersión de las semillas de dicha especie (Gómez *et al.*, 2003). *L. humile* puede formar unicolonias que consisten en nidos cooperativos interconectados que se extienden por miles de kilómetros, como es el caso de las llamadas supercolonias europeas (Giraud *et al.*, 2002), con altas densidades de obreras que conducen a un dominio numérico sobre las especies nativas de hormigas (Holway *et al.*, 2002).

16. ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: No se tiene evidencia de que esta hormiga sea parasito de otras especies (AntCat, 2017; AntWiki, 2017; CABI, 2017).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: No se tiene evidencia de que *L. humile* tenga un sabor desagradable para los depredadores naturales (AntCat, 2017; AntWiki, 2017; CABI, 2017).

18. ¿La especie tiene como presa a una especie nativa (por ejemplo una que antes no tenía depredadores o un nivel de depredación muy bajo)?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* causa graves daños en diversos ecosistemas, un ejemplo es lo sucedido en las islas Hawái donde ha provocado la disminución de diversos artrópodos (Cole *et al.*, 1992). También puede causar efectos negativos indirectos en diversos vertebrados, como en el caso del lagarto cornudo en California, que consume hormigas

granívoras y estas son desplazadas por *L. humile* (Suárez *et al.* 2000) y en algunas aves puede reducir su éxito reproductivo, como el junco ojoscuro (Suárez *et al.*, 2001). La introducción de esta especie ha sido responsable de la disminución de la biodiversidad y abundancia en diferentes regiones del mundo (Holway, 2005; Angulo *et al.*, 2007).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta especie tiende a establecer interacciones mutualistas con hemípteros para obtener la melaza que producen (Angulo *et al.*, 2007). Dichos hemípteros causan daño al minar los nutrientes de las plantas y aumentan la incidencia de enfermedades, infecciones virales, bacterianas y fúngicas (Wetterer, 2009). Por otro lado se ha confirmado que *L. humile* es capaz de transportar los siguientes agentes microbianos: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Streptococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Escherichia vulneris*, *Hafnia alvei*, *Serratia marcescens*, *Ewingella americana*, *Providencia rettgeri*, *Bacillus* spp., *Enterobacter agglomerans*, *Stomatococcus* spp. Y *Morganella morganii* (Ipinza *et al.*, 2015).

20. ¿La especie tiene asociaciones con insectos “homópteros” (áfidos, escamas, etc.) o con otros insectos que se alimentan de plantas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta especie establece interacciones mutualistas con áfidos para obtener la melaza que producen (Angulo *et al.*, 2007). Esta relación puede producir daños en la planta huésped al afectar su crecimiento y producción, razón por la cual la especie también se considera un serio peligro para los cultivos (Ness y Bronstein, 2004). Se trata de una especie eficaz en el cuidado y protección de pulgones (hemípteros), pues ataca y desplaza a los estados inmaduros de neurópteros y de sírfidos, enemigos naturales de dichos pulgones (Bristow, 1991).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La alteración del hábitat beneficia a esta especie, puede tener colonias dentro de las viviendas urbanas (Strauss, 1998). Se ha extendido por todo el mundo en áreas con climas de tipo mediterráneo usualmente asociados con hábitats perturbados como resultado de las actividades comerciales humanas. Su capacidad para tolerar una amplia gama de condiciones abióticas, sus necesidades dietéticas generalistas y su organización unicolonial, que conducen a la formación de grandes supercolonias, permiten a la especie extenderse fácilmente y ocupar una amplia gama de áreas (CABI, 2017).

22. ¿La especie tiene flexibilidad en los hábitos de anidación y pueden ocupar diversos microhábitats de anidación?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: El potencial invasor de esta especie es alto, de acuerdo a sus características: una sola reina puede producir gran cantidad de reproductores, constantemente están produciendo machos (Passera *et al.*, 1988), los nidos tienen un gran número de obreras pudiendo ser millones, lo que les facilita dominar las fuentes de alimento, pueden auto dispersarse fácilmente, la reproducción es rápida y presentan unicolonialidad por lo que no son agresivas entre individuos de la misma especie de colonias vecinas (Wilson, 1992; Moller, 1996; Chapman & Bourke, 2001). La colonización es favorecida en todos los casos por dispersiones accidentales ligadas a la actividad humana (Mayol *et al.*, 2007). *L. humile* parece tener más éxito en climas mediterráneos que en climas extremadamente fríos, áridos o tropicales (Hölldobler y Wilson, 1990; Passera, 1994). Cuando se ha introducido, esta especie se encuentra principalmente en estrecha asociación con los seres humanos, con una preferencia por las zonas perturbadas por la actividad antrópica, pero también tiene la capacidad de invadir ecosistemas naturales de todo el mundo por la flexibilidad en sus hábitos (Holway, 1995; *et al.*, 2001, Gómez *et al.*, 2003, Carpintero *et al.*, 2005).

23. ¿Es esta especie pasiva con otras colonias de la misma especie?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las poblaciones introducidas de las especies se caracterizan por la falta de comportamiento agresivo entre los trabajadores de diferentes nidos, lo que lleva a la formación de unicolonias. Estas unicolonias pueden consistir en nidos cooperativos interconectados que se extienden por miles de kilómetros, como es el caso de las llamadas supercolonias europeas (Giraud *et al.*, 2002), con altas densidades de obreras que conducen a un dominio numérico sobre las especies nativas de hormigas (Holway *et*

al., 2002). Esta falta de capacidad de las obreras en las poblaciones introducidas para distinguir entre los individuos de otros nidos parece estar relacionada con un menor nivel de diversidad genética en comparación con las poblaciones nativas. Esto ha resultado en la eliminación de los mecanismos necesarios para que los trabajadores reconozcan a los trabajadores de un nido diferente (*Tsutsui et al.*, 2000). Las reinas requieren de un número bajo de obreras para establecer un nido con éxito, los propágulos pequeños como los formados por 10 obreras pueden crecer rápidamente (*Angulo et al.*, 2007).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La dispersión de esta hormiga a lugares fuera de su rango de distribución ha sido posible por el comercio internacional a diferentes áreas del mundo (CABI, 2017). Además gracias a su poder de autodispersión, *L. humile* se ha establecido en diferentes regiones (Moller, 1996). Este mecanismo de dispersión consiste en que las reinas requieren de un número bajo de obreras para establecer un nido con éxito, los propágulos pequeños como los formados por 10 obreras pueden crecer rápidamente (*Angulo et al.*, 2007). La presencia de esta hormiga tiene como resultado la drástica reducción en las poblaciones de especies nativas.

25. ¿Esta especie sólo tiene un nido por colonia, tiene evidencia de agresividad entre los nidos o colonias de la misma especie o población?

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Las poblaciones introducidas de *L. humile* se caracterizan por la falta de comportamiento agresivo entre las obreras de diferentes nidos, lo que lleva a la formación de unicolonias (*Angulo et al.*, 2007). Estas consisten en nidos cooperativos interconectados que se extienden por miles de kilómetros, como es el caso de las llamadas supercolonias europeas (*Giraud et al.*, 2002).

26. ¿Esta especie se alimenta de recursos vegetales, como el néctar, polen y secreciones extraflorales?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* es una especie omnívora, su dieta se compone básicamente de alimentos líquidos pero también consume un pequeño porcentaje de alimentos sólidos, principalmente insectos (Abril *et al.*, 2007). Los alimentos líquidos que consumen son consisten en melaza o néctar (Markin, 1970; Blancafort & Gómez, 2005).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las hormigas argentinas encuentran la comida más rápido y reclutan para conseguir alimento en un número más alto que las hormigas nativas (Holway, 1999), lo que pone en desventaja a estas últimas para obtener sus requerimientos nutricionales. Esto provoca el desplazamiento de las hormigas responsables de la dispersión de semillas, lo que puede derivar en la eventual extinción de diferentes especies (Gómez & Oliveras, 2003; Carney *et al.*, 2003).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: No se cuenta con evidencia para afirmar que *L. humile* hibrida con las dos especies presentes en el país: *Linepithema dispertitum* y *Linepithema iniquum* (Wild, 2007; AntCat, 2017).

29. ¿La especie es poligínica?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Los nidos de *L. humile* presentan varias reinas en un mismo nido (Casellas, 2004).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

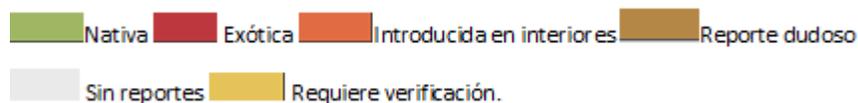
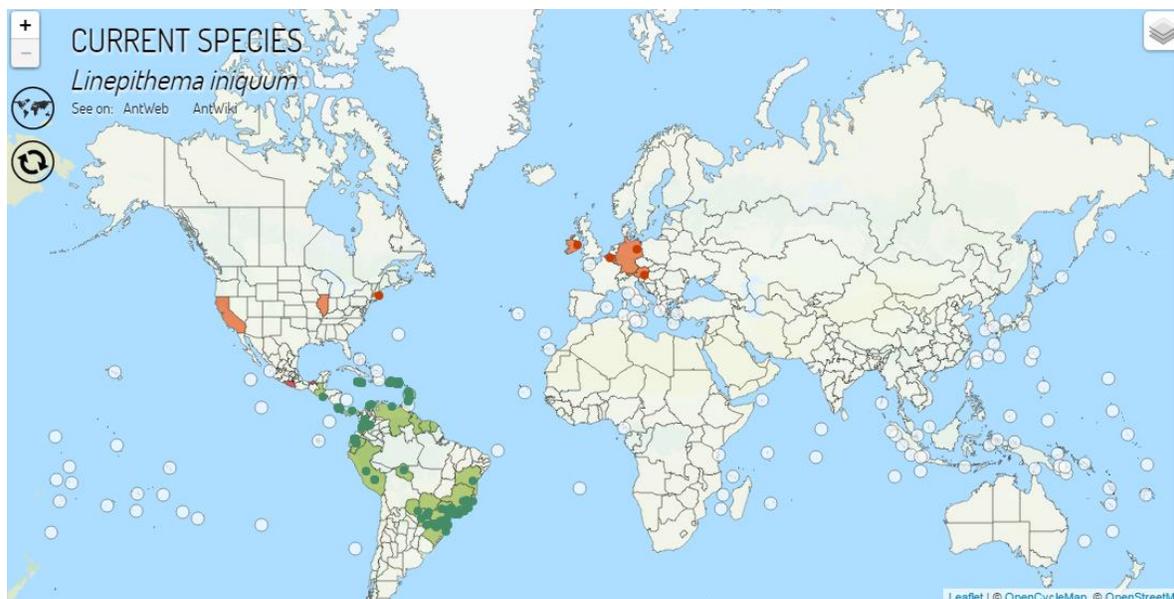
Argumento: *L. humile* se dispersa de manera independiente exitosamente debido a que propágulos pequeños como los formados por 10 obreras pueden crecer rápidamente (Angulo *et al.*, 2007). Además una sola reina puede producir gran cantidad de reproductores, constantemente están produciendo machos, las colonias tienen un gran número de obreras pudiendo ser millones, lo que les facilita dominar las fuentes de alimento (Passera *et al.*, 1988).

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

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: La fecundidad de *L. humile* comparada con la de *L. iniquum* puede ser alta (Fig. 6 y 7). Aunque ambas especies han sido transportadas alrededor del mundo con el comercio humano, *L. iniquum* suele establecerse solamente en invernaderos (Wheeler 1929, Creighton 1950). Probablemente *L. iniquum* es polidómica al igual que *L. humile*, sin embargo la primera no se ha dispersado con tanto éxito por ser posiblemente monogínica (una sola reina), aunque la confirmación requerirá datos genéticos moleculares (AntCat, 2017).



*Introducida en interiores se refiere a las especies de hormigas que solo se encuentran dentro de construcciones hechas por el hombre, debido a que el exterior presenta condiciones climáticas extremas.

Figura 7. Registros de distribución mundial de *Linepithema iniquum* (antmaps.org, 2016; <http://antmaps.org/?mode=species&species=Linepithema.iniquum>).

32. ¿La reproducción en esta especie es continua?

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Las reinas ponen huevos durante la mayor parte del año excepto en invierno, debido a un período de descanso fisiológico. Hay dos períodos durante el resto del año cuando la puesta de huevos es máxima: una en primavera y la otra en menor medida en otoño (Benois, 1973).

33. ¿La estrategia reproductiva es por fisión colonial?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las sociedades introducidas de la “hormiga argentina” son poligínicas (con muchas reinas por colonia). Las colonias se reproducen por gemación o fisión colonial: cuando llega el momento, una parte de la colonia (obreras y alguna o algunas reinas) se marcha e instala en otro lugar, en un nuevo nido (Angulo *et al.*, 2007).

34. ¿En esta especie la copulación entre machos y hembras (con alas) ocurre dentro del mismo nido? por lo tanto ¿el vuelo nupcial no se realiza?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* tiene un sistema de apareamiento intranidal, lo que significa que la especie no tiene vuelos de apareamiento y el apareamiento se lleva a cabo en el nido (Passera, 1994).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* es nativa de la cuenca del río Paraná en América del Sur (entre el norte de Argentina, el sur de Brasil, Uruguay y Paraguay) (Tsutsui y Suarez, 2003). Tiene una amplia gama de dispersión en su área de distribución natural, desde la parte norte de Brasil hasta la parte sur de Argentina (AntMaps, 2016).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: El riesgo de introducción de la especie en sus diferentes estadios en nuevas áreas es extremadamente alto, ya que evitar su transporte accidental es casi imposible (CABI, 2017). La dispersión de *L. humile* en todo el mundo se produce por el transporte accidental mediante actividades comerciales humanas (Suarez *et al.*, 2001). También hay evidencia de dispersión accidental de pequeños fragmentos de colonias por medio de transporte terrestre (Hee *et al.*, 2000).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: No hay casos registrados de la introducción intencional de *L. humile* (CABI, 2017).

38. ¿Hay estadios del ciclo que puedan dispersarse como contaminante de productos o materias primas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La dispersión de *L. humile* en todo el mundo se produce por el transporte accidental mediante actividades comerciales humanas (Suarez *et al.*, 2001). Esta hormiga puede viajar como contaminante en materiales, productos, suelo, grava, arena, plantas o partes de plantas, desechos etc. (García & Iñigo, 2014).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La unicolonialidad permite elevadas densidades de obreras, esto sucede debido a que al tener muchas reinas, la colonia puede producir más descendencia, y el tamaño de la sociedad puede llegar a ser mucho mayor, teniendo más oportunidades de dispersión por gemación y mediada por humanos (Suarez *et al.*, 2001; Angulo *et al.*, 2007).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las áreas que presentan clima mediterráneo parecen ser especialmente susceptible a las invasiones biológicas (Carpintero *et al.*, 2003). La especie tiene una fuerte preferencia por climas templados con un grado de humedad. Los ambientes secos y altamente húmedos pueden limitar su expansión (Krushelnycky *et al.*, 2005). La temperatura también es un factor limitante, la actividad de forrajeo cesa alrededor de 40-44°C (temperatura máxima) y 5°C (temperatura mínima), con un máximo de forrajeo a 34°C (Abril *et al.*, 2007).

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

Respuesta: no

Certeza: Muy cierto

Argumento: No se tiene información sobre esta especie en control biológico, debido a que no hay casos registrados de la introducción intencional de *L. humile* (CABI, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* se adapta fácilmente en zonas urbanas y agrícolas debido a que esta especie tiene preferencia por las zonas perturbadas por actividad antrópica, pero también tiene la capacidad de invadir ecosistemas naturales de todo el mundo (Holway, 1995; *et al.*, 2001, Gómez *et al.*, 2003, Carpintero *et al.*, 2005). Por ejemplo en cítricos y viñedos de California se tienen reportes de los efectos negativos provocados por infestaciones de *L. humile*, (Phillips & Sherk, 1991).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta especie puede ser transportada de manera accidental a la proximidad de las áreas naturales protegidas, un ejemplo de este problema fue el reporte de *L. humile* en el Parque Nacional de Doñana en 1993 (Carpintero & Reyes-López, 2007). Dicho parque es un espacio natural protegido ubicado en Andalucía, España, donde la hormiga argentina es una amenaza para la conservación del ecosistema, pues provoca una importante reducción de la biodiversidad y la desaparición de las especies dominantes locales (Angulo *et al.*, 2007).

44. ¿Esta especie tolera algunos pesticidas o insecticidas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Se ha registrado la pérdida de susceptibilidad de *L. humile* a los plaguicidas con el ingrediente activo Deltametrina y Cipermetrina (Ripa & Larral, 2008).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: No hay casos registrados de enemigos naturales para *L. humile* en su rango de introducción (Orr *et al.*, 2001).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *L. humile* es una especie con preferencia por las zonas perturbadas por la actividad antrópica, pero también tiene la capacidad de invadir ecosistemas naturales de todo el mundo (Holway, 1995; *et al.*, 2001, Gómez *et al.*, 2003).

47. ¿Puede esta especie resistir el cambio de un lugar a otro del nido (en su totalidad o solo un fragmento del nido)?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La dispersión de *L. humile* en todo el mundo se produce por el transporte accidental mediante actividades comerciales humanas (Suarez *et al.*, 2001). Hay evidencia de dispersión accidental de pequeños fragmentos de colonias por medio de transporte terrestre (Hee *et al.*, 2000).

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: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La especie tiene una fuerte preferencia por climas templados con un grado de humedad. Los ambientes secos y altamente húmedos pueden limitar su expansión (Krushelnycky *et al.*, 2005). La temperatura también es un factor limitante, la actividad de forrajeo cesa alrededor de 40-44°C (temperatura máxima) y 5°C (temperatura mínima), con un máximo de forrajeo a 34°C (Abril *et al.*, 2007). Presenta resistencia a dos activos en plaguicidas: Deltametrina y Cipermetrina (Ripa & Larral, 2008).

49. ¿Hay una evidencia en algunas poblaciones no nativas de la disminución de la variabilidad genética o variantes alélicas que permitan tolerar factores ambientales, químicos o de comportamiento más amplio?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: En las poblaciones nativas de *L. humile*, las obreras de diferentes nidos compiten agresivamente por los recursos. Las poblaciones introducidas de esta especie se caracterizan por la falta de comportamiento agresivo entre los trabajadores de diferentes nidos, lo que lleva a la formación de unicolonias. Estas unicolonias pueden consistir en nidos cooperativos interconectados que se extienden por miles de kilómetros, como es el caso de las llamadas supercolonias europeas (Giraud *et al.*, 2002), con altas densidades de obreras que conducen a un dominio numérico sobre las especies nativas de hormigas (Holway *et al.*, 2002). Esta falta de capacidad de las obreras en las poblaciones introducidas para distinguir entre las obreras de otros nidos parece estar relacionada con un menor nivel de diversidad genética en comparación con las poblaciones nativas (Tsutsui *et al.*, 2000).

5 Reporte de análisis de riesgo *Linepithema humile*:

		Resultado:	Rechazar
		Puntuación:	48
		Biogeografía:	19
Bloques de puntuación:	Atributos no deseados		10
	Biología/ecología		19
	Biogeografía		10
Preguntas contestadas:	Atributos no deseados		12
	Biología/ecología		24
	Total		46
		Agroecosistemas y zonas urbanas	34
Sectores afectados:	Medio ambiente		37
	Molestia		3
		Total de preguntas:	49

Resultado: Especie de alto riesgo

Referencias bibliográficas

Abril, S., Oliveras, J. & Gómez, C. 2007. Foraging activity and dietary spectrum of the Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) in invaded natural areas of the northeast Iberian Peninsula. *Environmental Entomology*. 36 (5): 1166-1173.

Abril, S., Oliveras, J. & Gómez, C. 2008. Effect of temperature on the oviposition rate of Argentine ant queens (*Linepithema humile* Mayr) under monogynous and polygynous experimental conditions. *Journal of Insect Physiology*. 54 (1): 265-272.

Angulo, E., Boulay, R., Rodrigo, A., Retana, J. & Cerdá, X. 2007. Efecto de una especie invasora, *Linepithema humile*, la hormiga argentina, sobre la biodiversidad del Parque Nacional de Doñana (Huelva): descripción de las interacciones con las hormigas nativas. En: Ramírez, L. & Asensio, B. (Eds.). *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales: 2003-2006*. OAPN, Ministerio Medio Ambiente. Madrid. 161-179 p.

AntMaps. 2016. *Linepithema humile*. Fecha de actualización: 8 de noviembre de 2016.

<http://antmaps.org/?mode=species&species=Linepithema.humile>

AntCat. 2017. *Linepithema humile*. Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

<http://www.AntCat.org/description.do?genus=linepithema>[HYPERLINK](#)

["http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species"](http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species)[&HYPERLINK](#)

["http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species"](http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species)[name=humileHYPERLINK](#)

["http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species"](http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species)[&HYPERLINK](#)

["http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species"](http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis&name=invicta&rank=species)[rank=species](#)

AntWiki. 2017. *Linepithema humile*. Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

http://www.antwiki.org/wiki/Linepithema_humile

Blancafort, X. & Gómez, C. 2005. Consequences of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Mayr), invasion on pollination of *Euphorbia characias* (L.) (Euphorbiaceae). *Acta Oecologica*. 28 (1): 49-55.

Benois, A. 1973. Incidence des facteurs écologiques sur le cycle annuel et l'activité saisonnière de la fourmi d'Argentine, *Iridomyrmex humilis* Mayr (Hymenoptera, Formicidae), dans la région d'Antibes). *Insectes Sociaux*. 20: 267-295.

Bristow, C. M. 1991. Are ant-aphid associations a tritrophic interaction? Olenader aphids and Argentine ants. *Oecologia*. 87: 514-521.

CABI. *Linepithema humile*. 2017. (Solenopsis invicta. red imported fire ant) <http://www.cabi.org/isc/datasheet/50569#20127200502>. Fecha de consulta: 28/04/2017.

- Carney, S. E., Byerley, M. B. D. & Holway, A.** 2003. Invasive Argentine ants (*Linepithema humile*) do not replace native ants as seed dispersers of *Dendromecon rigida* (Papaveraceae) in California, USA. *Oecologia*. 135: 576-582.
- Carpintero, S.** 2001. Repercusión de la hormiga argentina (*Linepithema humile*) en el parque nacional de Doñana. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba.
- Carpintero, S., Reyes-López, J. & Arias de Reyna, L.** 2005. Impact of Argentine ants (*Linepithema humile*) on an arboreal ant community in Doñana National Park, Spain. *Biodiversity and Conservation*. 14 (1): 151-163.
- Carpintero, S. & Reyes-López, J.** 2008. The role of competitive dominance in the invasive ability of the Argentine ant (*Linepithema humile*). *Biological Invasions*. 10 (1): 25-35.
- Casellas, D.** 2004. Tasa de expansión de la hormiga argentina, *Linepithema humile* (Mayr 1868), (Hymenoptera, Dolichoderinae) en un área mediterránea. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*. 28: 207-216.
- Cole, F. R., Medeiros, A. C., Loope, L. L. & Zuehlke, W. W.** 1992. Effects of the Argentine ant on arthropod fauna of hawaiian high-elevation shrubland. *Ecology*. 73: 1313-1322.
- Creighton, W. S.** 1950. *The ants of North America*. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard. Harvard. 585 p.
- Espadaler, X., Blancafort, X. & Gómez, C.** 2004. The Argentine ant, *Linepithema humile* (Mayr, 1868) in Namibia (Hymenoptera, Formicidae). *Nouvelle Revue d'Entomologie*. 21 (1): 42.
- Giraud, T., Pedersen, J. S. & Keller, L.** 2002. Evolution of supercolonies: The argentine ants of southern Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 99 (9): 6075-6079.
- Gómez, C. & Oliveras, J.** 2003. Can the Argentine ant (*Linepithema humile* Mayr) replace native ants in myrmecochory?. *Acta Oecologica*. 24 (1): 47-53.
- Gómez, C., Pons, P. & Bas, J. M.** 2003. Effects of the Argentine ant *Linepithema humile* on seed dispersal and seedling emergence of *Rhamnus alaternus*. *Ecography*. 26: 532-538.
- Hee, J. J., Holway, D. A., Suarez, A. V. & Case, T. J.** 2000. Role of propagule size in the success of incipient colonies of the invasive Argentine ant. *Conservation Biology*. 14 (2): 559-563.
- Holway, D. A.** 1995. Distribution of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in northern California. *Conservation Biology*. 9 (6): 1634-1637.
- Holway, D. A.** 2005. Edge effects of an invasive species across a natural ecological boundary. *Biological Conservation*. 121: 561-567.
- Holway, D. A., Suarez, A. V. & Case, T. J.** 2002. Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: a test with Argentine ants. *Ecology*. 83 (6): 1610-1619.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O.** 1990. *The ants*. Cambridge. Belknap/Harvard University Press. 732 p. ISBN 9780674040755

- Huddleston, E. W. & Fluker, S.** 1968. Distribution of ant species of Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 20: 45-69.
- Ipinza-Regla, J., Figueroa, G. & Moreno, J.** 1984. *Iridomyrmex humilis* (Formicidae) y su papel como posible vector de contaminación microbiana en industrias de alimentos. *Folia Entomologica Mexicana*. 62: 111-124.
- Ipinza-Regla, J., González, D. & Figueroa, G.** 2015. Hormiga argentina *Linepithema humile* Mayr, 1868 (Hymenoptera: Formicidae) y su rol como posible vector de contaminación microbiana en una lechería de cabras *Capra hircus* Linnaeus, 1758 (Artiodactyla: Bovidae). *Archivos de medicina veterinaria*. 47 (3): 317-323.
- Kennedy, T. A.** 1998. Patterns of an invasion by Argentine ants (*Linepithema humile*) in a riparian corridor and its effects on ant diversity. *American Midland Naturalist*. 140 (2): 343-350.
- Krushelnicky, P. D., Joe, S. M., Medeiros, A. C., Daehler, C. C. & Loope, L. L.** 2005. The role of abiotic conditions in shaping the long-term patterns of a high-elevation Argentine ant invasion. *Diversity and Distributions*. 11 (4): 319-331.
- Lorca, M. P., Ariza, F. J. A., Delgadillo, J. & Suárez, I. A.** 1993. Fitogeografía de la península de Baja California, México. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 51 (2): 255-277.
- Markin, G. P.** 1970. Foraging behavior of the Argentine ant in a California citrus grove. *Journal of Economic Entomology*. 63:740-744.
- Ness, J. H. & Bronstein, J. L.** 2004. The effects of invasive ants on prospective ant mutualists. *Biological Invasions*. 6:445-461.
- Newell, W. & Barber, T. C.** 1913. The Argentine Ant. U.S. Department of Agriculture, Bureau of Entomology Bulletin. 98 pp.
- Orr, M. R., Seike, S. H., Benson, W. W. & Dahlsten, D. L.** 2001. Host specificity of Pseudacteon (Diptera: Phoridae) parasitoids that attack *Linepithema* (Hymenoptera: Formicidae) in South America. *Environmental Entomology*. 30: 742-747.
- Passera, L.** 1994. Characteristic of tramp species. In: Williams, D. F. (Ed.). *Exotic ants: Biology, impact and control of introduced species*. Wettsview Press, Boulder. 23-43 p.
- Passera, L., Keller L. & Suzzoni, J. P.** 1988. Control of brood male production in the Argentine ant *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Insectes Sociaux*. 35: 19-33.
- Phillips, P. A. & Sherk, C. J.** 1991. To control mealybugs, stop honeydew-seeking ants. *California Agriculture*. 45: 26-28.
- Ripa, R. & Larral, P.** 2008. *Manejo de plagas en paltos y cítricos*. Chile. Colección Libros Inia 23. Instituto de investigaciones agropecuarias. 397 p.
- Rust, M. K. & Su, N. Y.** 2012. Managing social insects of urban importance. *Annual review of entomology*. 57: 355-375.
- Shattuck, S. O.** 1992. Generic revision of the ant subfamily Dolichoderinae (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 21: 1-181.

- Suarez, A. V., Holway, D. A. & Case, T. J.** 2001. Patterns of spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: insights from Argentine ants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 98:1095-1100.
- Suarez, A. V., Richmond, J. Q. & Case, T. J.** 2000. Prey selection in horned lizards following the invasion of the Argentine ants in southern California. *Ecological Applications*. 10: 711-725.
- Suay-Cano, V. A., Tinaut, A. & Selfa, J.** 2002. Las hormigas (Hymenoptera, Formicidae) asociadas a pulgones (Hemiptera, Aphididae) en la provincia de Valencia. *Graellsia*. 58 (1): 21-37.
- Tsutsui, N. D., Suarez, A. V., Holway, D. A. & Case, T. J.** 2000. Reduced genetic variation and the success of an invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 97 (11): 5948-5953.
- Vásquez-Bolaños, M.** 2015. Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. *Métodos en Ecología y Sistemática*. 10 (1): 1-53.
- Vega, S. J. & Rust, M. K.** 2001. The Argentine ant a significant invasive species in agricultural, urban and natural environments. *Sociobiology*. 37: 3-25.
- Wetterer, J. K., Wild, A. L., Suarez, A. V., Roura-Pascual, N. & Espadaler, X.** 2009. Worldwide spread of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*. 12: 187-194.
- Wheeler, W. M.** 1910. *Ants: their structure, development and behavior*. New York: Columbia University Press, 663 p.
- Wild, A. L.** 2004. Taxonomy and distribution of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 97 (6): 1204-1215.
- Wild, A. L.** 2007. Taxonomic revision of the ant genus *Linepithema* (Hymenoptera: Formicidae). *University of California Publications in Entomology*. 126: 1-151. ISBN: ISBN: 9780520098589.
- Wilson, E. O. & Taylor, R. W.** 1967. The Ants of Polynesia. *Pacific Insects Monograph*. 14: 1-109.
- Zimmerman, E. C.** 1941. Argentine Ant in Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 11 (1): 108.

Análisis de riesgo para *Pheidole megacephala*

La invasión de los ecosistemas por especies exóticas representa una gran amenaza para la biodiversidad (Williamson, 1998). Las hormigas invasoras son graves plagas de asentamientos humanos en el mundo, pero también son capaces de habitar en las áreas circundantes con producción agrícola y donde se encuentran especies nativas (Williams, 1994; Jourdan, 1997). *Pheidole megacephala* es una hormiga invasora considerada dentro de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2000), por la severidad de su impacto sobre la biodiversidad y las actividades humanas como la agricultura. Por esta razón es necesario identificar si esta hormiga representa un riesgo para el país y en su caso se deben aplicar procedimientos para su control y erradicación en México. En este caso se realizará un análisis de riesgo para la región sur de México, esto debido a que los reportes existentes de esta especie, se concentran en los estados de la frontera sur y en Veracruz (Vásquez-Bolaños, 2015).

A continuación se desglosan las 49 preguntas del análisis de riesgo para hormigas, cada pregunta incluye la respuesta, el argumento y las referencias:

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: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las infestaciones temporales pueden ocurrir en la zona templada cuando se introducen accidentalmente colonias en invernaderos y otras instalaciones con clima controlado (Collingwood, 1979). Debido a que no presenta preferencias por condiciones particulares para la anidación, puede ser introducida en cualquier material transportado vía marítima, aérea o terrestre (Sanders, 1992; Fontenla-Rizo & Matienzo-Brito, 2011).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* se ha extendido rápidamente a todas las partes de los trópicos y subtropicales desde el período colonial y ya estaba dispersada en el siglo XIX

(Wetterer, 2012). Se han documentado registros de *P. megacephala* para 141 áreas geográficas alrededor del mundo, en donde esta hormiga se ha establecido con éxito (Wetterer, 2011).

3. ¿La especie tiene subespecies invasoras?

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Aunque la especie tiene subespecies (*Pheidole megacephala costauriensis*, *Pheidole megacephala dúplex*, *Pheidole megacephala ilgi*, *Pheidole megacephala melancholica*, *Pheidole megacephala rotundata*, *Pheidole megacephala speculifrons* y *Pheidole megacephala talpa*), ninguna de estas se ha reportado fuera de su rango de distribución natural (AntMaps, 2017a).

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

Argumento: Esta especie se ha extendido rápidamente en todas las partes de los trópicos y subtropicales del mundo (CABI, 2017) por lo que las condiciones climáticas en México son compatibles para su desarrollo. En colonias de laboratorio, una generación de obreras de *P. megacephala* tarda de 34-38 días en completar el desarrollo a 26-27 ° C (Chang, 1985).

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

Respuesta: Alta (2)

Certeza: Muy Cierto

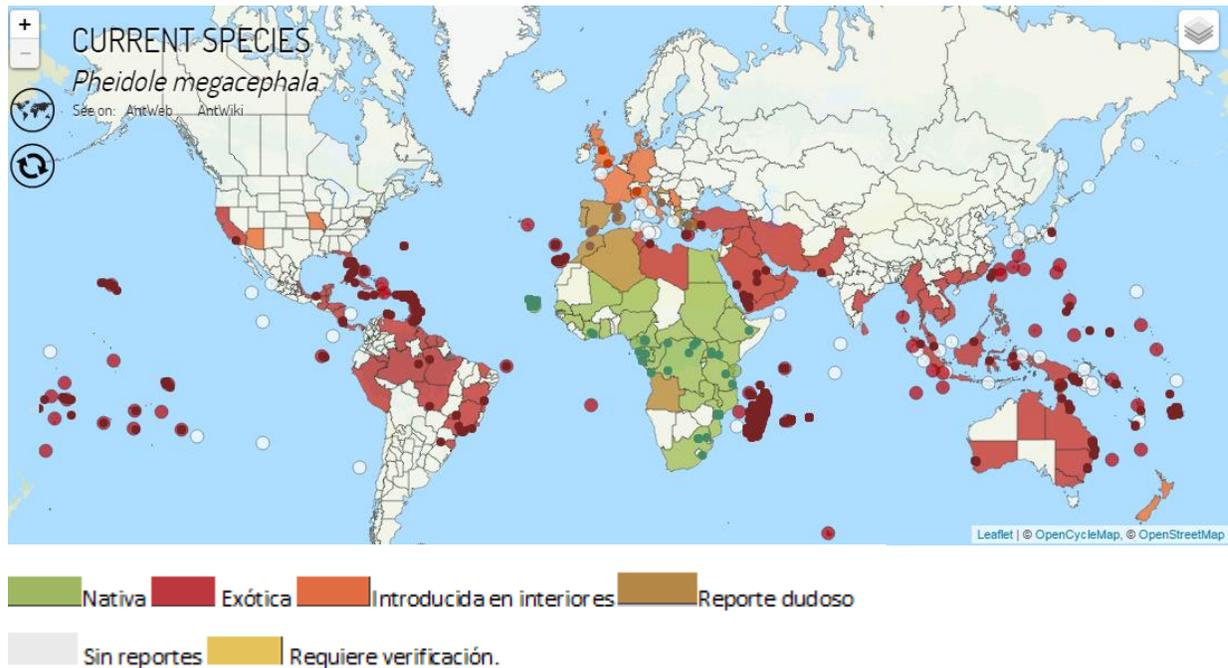
Argumento: La información sobre la compatibilidad climática de esta especie en el área de estudio es confiable debido al número de registros para diferentes zonas tropicales y subtropicales del mundo, incluyendo zonas en el sur de México y en la frontera de Estados Unidos con el país (AntMaps, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* se adapta mejor en hábitats relativamente húmedos y perturbados, por lo que pueden prosperar alrededor de las viviendas humanas y en los cultivos (Wilson, 2003). Su distribución a nivel global es amplia lo que demuestra una amplia versatilidad ambiental (Fig. 8).



*Introducida en interiores se refiere a las especies de hormigas que solo se encuentran dentro de construcciones hechas por el hombre, debido a que el exterior presenta condiciones climáticas extremas.

Figura 8. Registros de distribución mundial de *Pheidole megacephala* (antmaps.org, 2016; <http://antmaps.org/?mode=species&species=Pheidole.megacephala>).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* es probablemente nativa de la región Afrotropical (Wetterer, 2012), aunque un origen malgache también es una posibilidad, ya que todo el grupo parece ser bastante diverso en Madagascar (AntWiki, 2017). Wetterer (2011) documentó registros de *P. megacephala* para 141 áreas geográficas alrededor del mundo, incluyendo zonas de México (Fig. 8), lo que comprueba que esta especie se ha naturalizado en regiones con condiciones climáticas similares al área de evaluación.

8. ¿La especie tiene historias de introducción fuera de su rango natural? Estas han sido exitosas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* es posiblemente nativa de África (Wetterer, 2012). Se ha extendido rápidamente a todas las partes de los trópicos y subtrópicos del mundo (Fig. 6) a partir del período colonial y ya estaba extendida en el siglo XIX (CABI, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* ha sido introducida y tiene poblaciones viables en Asia, Norteamérica, América Central, El Caribe, Sudamérica, Europa y Oceanía (Kemp, 1972; Smith, 1979; Loke & Lee, 2004; Wetterer *et al.*, 2007; Abbott *et al.*, 2006).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: En Australia se tienen reportes sobre la eliminación de la mayoría de las especies de hormigas nativas en el Parque Howards Springs por la presencia de *P. megacephala* (Zimmerman, 1970; Hoffmann *et al.*, 1999; Young, 2000; Wetterer, 2012). “La hormiga cabezona”, domina a menudo extensas áreas e incluso en algunos lugares puede llegar a ser virtualmente la única hormiga presente (Jones, 2001; Wetterer, 2007). Por ejemplo, en un sitio en Hawái, Jones y colaboradores (2001) encontraron que *P. megacephala* constituyó el 96.6% de las hormigas recolectadas.

12. ¿En su área de naturalización, hay impactos a alguna especie de importancia económica (agricultura, viveros, ornamental, ganadería, etc.)?

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Esta hormiga causa daños de manera indirecta a la agricultura debido a su asociación con hemípteros que son plagas y vectores de enfermedades en diferentes cultivos. *P. megacephala* protege a los hemípteros de sus depredadores a cambio de la

melaza producida por dichos insectos. Además esta hormiga es un depredador voraz y puede eliminar insectos benéficos en los sistemas agrícolas. Entre los cultivos que han sido afectados por esta especie en Los Estados Unidos, se encuentran las piñas, las cañas de azúcar, plátanos, café y los cocos (Wheeler, 1922; Wetterer, 2012).

13. ¿La especie tiene congéneres invasores?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Dentro del género *Pheidole* hay otras especies invasoras como *Pheidole flavens* y *Pheidole pallidula* (AntMaps, 2017b; AntMaps, 2017c).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Como plaga doméstica, puede anidar dentro de las construcciones y contaminar los alimentos de las personas, lo que puede causar problemas en la salud pública (Chin, 1998). Por ejemplo, se han reportado infestaciones en varias casas en el archipiélago de Galápagos (Herrera *et al.*, 2013). *P. megacephala* no daña a los seres humanos directamente con picaduras o mordeduras como en el caso de *Solenopsis invicta* (Wetterer, 2012).

15. ¿La especie es capaz de competir exitosamente con especies nativas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* es altamente invasiva y puede desplazar a las hormigas nativas. En Australia está invadiendo hábitats nativos y desplazando comunidades nativas (Reichel y Andersen, 1996, Hoffman y otros, 1999, Vanderwoude *et al.*, 2000).

16. ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: No hay evidencias de que *P. megacephala* sea parásito de otras especies (AntWiki, 2017; CABI, 2017).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: No hay evidencia de que *P. megacephala* tenga un sabor desagradable para los depredadores naturales. Los enemigos naturales más importantes de *P. megacephala* son otras especies de hormigas dominantes (AntWiki, 2017; CABI, 2017).

18. ¿La especie tiene como presa a una especie nativa (por ejemplo una que antes no tenía depredadores o un nivel de depredación muy bajo)?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta especie tiene diversos impactos negativos directos e indirectos sobre los vertebrados. Se han extinto y reducido poblaciones de diversas aves insectívoras en las Islas de Hawái debido a que *P. megacephala* ha desplazado una amplia variedad de insectos (Banko & Banko, 1976).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Como plaga doméstica, puede anidar dentro de las construcciones y contaminar los alimentos de las personas, lo que puede causar problemas en la salud pública (Chin, 1998). Los impactos económicos negativos de *P. megacephala* se deben principalmente a sus interacciones con hemípteros que producen melaza en los cultivos (Dejean *et al.*, 1997). A menudo no es el impacto directo de los hemípteros que causa pérdidas económicas, sino más bien su transmisión de virus de plantas y otras enfermedades (Dejean *et al.*, 2000).

20. ¿La especie tiene asociaciones con insectos “homópteros” (áfidos, escamas, etc.) o con otros insectos que se alimentan de plantas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta hormiga causa daños de manera indirecta a la agricultura debido a su asociación con hemípteros que son plagas y vectores de enfermedades en diferentes cultivos. *P. megacephala* protege a los hemípteros de sus depredadores a cambio de la melaza producida por dichos insectos (Dejean *et al.*, 2000).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* prefiere ambientes cálidos tropicales y subtropicales. Se adapta en hábitats perturbados, particularmente en áreas agrícolas y urbanas, pero es capaz de invadir selvas tropicales maduras en Australia (Hoffman *et al.*, 1999, Vanderwoude *et al.*, 2000). Aunque son abundantes en las tierras bajas, pueden ocurrir hasta una elevación de 2000 m en las islas Hawaianas (Wetterer *et al.*, 1998).

22. ¿La especie tiene flexibilidad en los hábitos de anidación y pueden ocupar diversos microhábitats de anidación?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Debido a que en sus hábitos de anidación *P. megacephala* no presenta preferencias por condiciones particulares, puede ser introducida en cualquier material transportado vía marítima, aérea o terrestre (Sanders, 1992; Fontenla-Rizo & Matienzo-Brito, 2011).

23. ¿Es esta especie pasiva con otras colonias de la misma especie?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta especie posee más de una reina activa en un mismo nido, los individuos de nidos diferentes en un área no muestran agresividad entre sí, en cambio muestran agresividad por otras especies (Fournier *et al.*, 2009). Tienen una gran capacidad para reunir y transportar rápidamente grandes cantidades de alimentos, lo que les da cierta ventaja en la competencia interespecífica (Dejean *et al.*, 2005).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Una reina con 10 obreras pueden fundar un nido con éxito (Chang, 1985; Vanderwoude, 2000).

25. ¿Esta especie sólo tiene un nido por colonia, tiene evidencia de agresividad entre los nidos o colonias de la misma especie o población?

Respuesta: no

Certeza: Muy cierto

Argumento: Es unicolonial, lo que significa que forma grandes colonias amorfas con múltiples nidos, múltiples reinas fértiles diseminadas por toda la colonia y no hay límites de colonias u olores de reconocimiento específicos de la colonia (Williams, 1994, Wilson, 2003).

26. ¿Esta especie se alimenta de recursos vegetales, como el néctar, polen y secreciones extraflorales?

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Esta hormiga es depredadora y excavadora, puede atender "homópteros", para consumir la melaza que producen. También se alimentan de néctar extrafloral y en general tienen un régimen de alimentación omnívoro (Hoffmann *et al.*, 1999; Lach, 2005).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Prospera en zonas donde exista una alta densidad de áfidos. "La hormiga cabezona" tiene relaciones mutualistas con diversos "homópteros", los protegen de sus depredadores y a cambio reciben la melaza excretada por dichos insectos (González-Hernández *et al.*, 1999). Esto puede ser perjudicial para la vegetación nativa debido a que dichos "homópteros" son vectores de enfermedades (Dejean *et al.*, 2000). Además *P. megacephala* puede provocar daños a vertebrados, un ejemplo es la reducción y extinción de poblaciones de diversas aves insectívoras en las Islas de Hawái debido a que *P. megacephala* ha desplazado una amplia variedad de insectos (Banko & Banko, 1976).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Esta especie no tiene registros de hibridación con especies nativas (AntCat, 2017; AntWiki, 2017).

29. ¿La especie es poligínica?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Estas hormigas son poligínicas, es decir una colonia tiene varias reinas fértiles, lo que les permite alcanzar altas densidades y dominancia ecológica (Wetterer, 2007).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta especie es de hábitos alimenticios generalistas y no requieren requisitos específicos para la nidificación (Wetterer, 2012).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Forman "supercolonias virtualmente continuas que excluyen a la mayoría de las otras especies de hormigas "(Wilson 2003). Estas colonias se pueden extender por decenas de hectáreas (Herrera *et al.*, 2013). La fecundación de la reina se produce dentro del nido, lo que les confiere un alto potencial de reproducción (Fournier *et al.*, 2009). En relación con otras especies invasoras como *Pheidole flavens* y *Pheidole pallidula* presenta un mayor rango de distribución (AntMaps, 2017b; AntMaps, 2017c).

32. ¿La reproducción en esta especie es continua?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La reproducción se realiza todo el año, la fecundación de la reina se produce dentro del nido, lo que les confiere un alto potencial de reproducción (Fournier *et al.*, 2009).

33. ¿La estrategia reproductiva es por fisión colonial?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La fundación de la colonia es comúnmente formada por una o más reinas fértiles, acompañadas de un grupo de obreras que se apartan de la colonia (gemación o fisión colonial) (Beardsley *et al.*, 1982; González-Hernández, 1999).

34. ¿En esta especie la copulación entre machos y hembras (con alas) ocurre dentro del mismo nido? por lo tanto ¿el vuelo nupcial no se realiza?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La fecundación de la reina se produce dentro del nido, lo que les confiere un alto potencial de reproducción (Fournier *et al.*, 2009).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* se encuentra presente en 25 países de África, demostrando una amplia dispersión en su área de distribución natural (AntMaps, 2017a).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Infestaciones temporales pueden ocurrir en la zona templada cuando se introducen accidentalmente colonias o propágulos de colonias en invernaderos y otras instalaciones (Collingwood, 1979). *P. megacephala* puede ser transportada en barcos de carga dentro de mercancías provenientes de diversos países, propagándose fácilmente con el comercio humano (Wetterer, 2012).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: En Cuba, esta hormiga se utiliza como entomófago en control biológico de plagas y se ha introducido en diferentes áreas de éste país (Castiñeiras *et al.*, 1982; Fernández-Larrea-Vega, 2012). También en Costa Rica se ha explorado la posibilidad de usar a *P. megacephala* como depredador de diversas plagas (Varón *et al.*, 2004). Sin embargo, su utilización para estos fines debe valorarse con precaución debido a que estas hormigas pueden aumentar sus poblaciones y convertirse en plagas por su relación mutualista con hemípteros (Fontenla-Rizo & Matienzo-Brito, 2011).

38. ¿Hay estadios del ciclo que puedan dispersarse como contaminante de productos o materias primas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Debido a que no requiere un gran número de obreras para formar un nuevo nido, *P. megacephala* puede ser dispersada accidentalmente, oculta en productos

vegetales, materiales de embalaje, materiales de construcción y maquinaria pesada (Wetterer, 2012).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Es una especie unicolonial donde la reproducción es probablemente por la expansión de las colonias existentes y por la dispersión a larga distancia de fragmentos de colonias que contienen trabajadores, crías y reinas fértiles (CABI, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: El clima parece ser el factor más importante en la determinación de los límites geográficos de *P. megacephala*, se distribuye principalmente en las tierras bajas tropicales, pero se extiende hasta las latitudes más templadas (Wetterer, 2012).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: En Cuba, esta hormiga se utiliza como entomófago en control biológico de plagas y se ha introducido en diferentes áreas de este país (Castiñeiras *et al.*, 1982; Fernández-Larrea-Vega, 2012). También en Costa Rica se ha explorado la posibilidad de usar a *P. megacephala* como depredador de diversas plagas (Varón *et al.*, 2004). Sin embargo, su utilización para estos fines debe valorarse con precaución debido a que estas hormigas pueden aumentar sus poblaciones y convertirse en plagas por su relación mutualista con hemípteros (Fontenla-Rizo Matienzo-Brito, 2011).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* generalmente habita en hábitats perturbados, particularmente en zonas agrícolas y urbanas (CABI, 2017). Los ambientes antropizados facilitan su establecimiento, por lo que es conveniente en la medida de lo posible, evitar alteraciones al medio ambiente (Warner & Scheffrahn, 2013).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: En Australia se tienen reportes sobre la eliminación de la mayoría de las especies de hormigas nativas en el Parque Howards Springs (Zimmerman, 1970; Hoffmann *et al.*, 1999; Young, 2000; Wetterer, 2012). “La hormiga cabezona”, domina a menudo extensas áreas e incluso en algunos lugares puede llegar a ser virtualmente la única hormiga presente (Jones, 2001; Heterick *et al.*, 2000; Wetterer, 2007), Por ejemplo, en un sitio en Hawái, Jones y colaboradores (2001) encontraron que *P. megacephala* constituyó el 96.6% de las hormigas recolectadas (Wetterer, 2012). Además tiene diversos impactos negativos directos e indirectos sobre los vertebrados. Se han extinto y reducido poblaciones de diversas aves insectívoras en las Islas de Hawái debido a que *P. megacephala* ha desplazado una amplia variedad de insectos (Banko & Banko, 1976).

44. ¿Esta especie tolera algunos pesticidas o insecticidas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* tolera insecticidas microbianos a base de *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria bassiana* (Castiñeiras & Calderón, 1982).

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

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: En un sentido muy general, los enemigos naturales más importantes de *P. megacephala* son otras especies de hormigas dominantes (Wetterer, 2012).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *P. megacephala* generalmente se adapta muy bien en hábitats perturbados, particularmente en zonas agrícolas y urbanas (CABI, 2017).

47. ¿Puede esta especie resistir el cambio de un lugar a otro del nido (en su totalidad o solo un fragmento del nido)?

Propágulos de *P. megacephala* pueden viajar inadvertidamente en equipaje por medio de la movilidad humana (Aron, 2001).

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: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: El clima parece ser el factor más importante en la determinación de los límites geográficos de *P. megacephala*, se distribuye principalmente en las tierras bajas tropicales, pero se extiende hasta las latitudes más templadas (Wetterer, 2012). Los ambientes perturbados facilitan su establecimiento, por lo que es conveniente en la medida de lo posible, evitar alteraciones al medio ambiente (Warner & Scheffrahn, 2013).

49. ¿Hay una evidencia en algunas poblaciones no nativas de la disminución de la variabilidad genética o variantes alélicas que permitan tolerar factores ambientales, químicos o de comportamiento más amplio?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Lo análisis genéticos revelan que las poblaciones no nativas de *P. megacephala* tienen baja diversidad genética y las obreras no presentan agresividad entre los individuos de diferentes nidos Incluso a grandes escalas geográficas (hasta 3000 km) (Fournier & Biseau, 2009). Lo anterior indica que esta hormiga puede formar grande poblaciones uniclonales en regiones invadidas (Holway *et al.*, 2002).

6 Reporte de análisis de riesgo *Pheidole megacephala*:

	Resultado:	Rechazar
	Puntuación:	49
	Biogeografía:	19
Bloques de puntuación:	Atributos no deseados	10
	Biología/ecología	20
	Biogeografía	10
Preguntas contestadas:	Atributos no deseados	12
	Biología/ecología	24
	Total	46
	Agroecosistemas y zonas urbanas	34
Sectores afectados:	Medio ambiente	36
	Molestia	3
	Total de preguntas:	49

Resultado: Especie de alto riesgo

Referencias bibliográficas

Abbott, K. L., Sarty, M. & Lester, P. J. 2006. The ants of Tokelau. *New Zealand Journal of Zoology*. 33 (2): 157-164.

AntMaps. 2017a. *Pheidole megacephala*. Fecha de actualización: 04 de mayo del 2017.

<http://antmaps.org/?mode=species&species=Pheidole.megacephala>

AntMaps. 2017b. *Pheidole flavens*. Fecha de actualización: 04 de mayo del 2017.

<http://antmaps.org/?mode=species&species=Pheidole.flavens>

AntMaps. 2017c. *Pheidole pallidula*. Fecha de actualización: 04 de mayo del 2017.

<http://antmaps.org/?mode=species&species=Pheidole.pallidula>

AntWiki. 2017. *Pheidole megacephala*. Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

http://www.antwiki.org/wiki/Linepithema_humile

Aron, S. 2001. Reproductive strategy: an essential component in the success of incipient colonies of the invasive Argentine ant. *Insectes Sociaux*. 48: 25-27.

Banko, W. E. & Banko, P. C. 1976. Role of food depletion by foreign organisms in historical decline of Hawaiian forest birds. In: Smith, C. W. (Ed.). *Proceedings, Hawaii Volcanoes National Park 1st Natural Science Conference, Cooperative National Park Resources Studies Unit*. University of Hawaii, Honolulu. 19-22 p.

Beardsley, J. W., Su T. S., McEwen, F. L. & Gerling, D. 1982. Field investigations on the interrelationships of the big-headed ant, the gray pineapple mealybug, and the pineapple mealybug wilt disease in Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 24: 51-67.

Castiñeiras, A., Caballero, S. & Rego, G. 1982. Efectividad técnico-económica del empleo de la hormiga leona *Pheidole megacephala* en el control del tetuán del boniato *Cylas formicarius elegantulus*. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Suplemento diciembre*. 103-109.

Castiñeiras, A. & Calderón, A. 1982. Susceptibilidad de *Pheidole megacephala* a tres insecticidas microbianos: Dipel, Bitoxibacillin 202 y Beauveria bassiana en condiciones de laboratorio. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Protección de Plantas. Suplemento, diciembre*.

CABI. Pheidole megacephala (big-headed ant). 2017. Fecha de actualización: 28/04/2017

<http://www.cabi.org/isc/datasheet/40133>

Chang, V. C. S. 1985. Colony revival, and notes on rearing and life history of the big-headed ant. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 25: 53-58.

Collingwood, C. A. 1979. The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*. 8: 1-174.

- Dejean, A., Djieto-Lordon, C. & Durand, J. L.** 1997. Ant mosaic in oil palm plantations of the Southwest Province of Cameroon: impact on leaf miner beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*. 90:1092-1096.
- Dejean, A., Orivel, J., Durand, J. L., Ngnegueu, P. R., Bourgoïn, T. & Gibernau, M.** 2000. Interference between ant species distribution in different habitats and the density of a maize pest. *Sociobiology*. 35 (1): 175-189
- Deyrup, M., Johnson C., Wheeler G. C. & Wheeler J.** 1989. A preliminary list of the ants of Florida. *Florida Entomologist*, 72(1): 91-101.
- Fernández-Larrea Vega, O.** 2012. Pasado, presente y futuro del control biológico en Cuba. *Fitosanidad*. 11 (3): 61-66.
- Fontenla-Rizo, J. L. & Matienzo-Brito, Y.** 2011. Hormigas invasoras y vagabundas de Cuba. *Fitosanidad*. 15 (4): 253-259.
- Fournier, D., Biseau, J. C. & Aron, S.** 2009. Genetics, behaviour and chemical recognition of the invading ant *Pheidole megacephala*. *Molecular Ecology*. 18: 186-199.
- González-Hernández, H., Johnson, M. W. & Reimer, N. J.** 1999. Impact of *Pheidole megacephala* (F.) (Hymenoptera: Formicidae) on the biological control of *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Homoptera: Pseudococcidae). *Biological Control*. 15 (2): 145-152.
- Hoffmann, B. D., Andersen, A. N. & Hill, G. J. E.** 1999. Impact of an introduced ant on native rain forest invertebrates: *Pheidole megacephala* in monsoonal Australia. *Oecologia*. 120: 595-604.
- Holway, D., Lach, L., Suarez, A. V., Tsutsui, N. D. & Case, T. J.** 2002. The causes and consequences of ant invasions. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 33: 181–233.
- Jones, V. P., Westcott, D. M., Finson, N. N. & Nishimoto, R. K.** 2001. Relationship between community structure and southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) damage in macadamia nuts. *Environmental Entomology*. 30: 1028-1035.
- Jourdan, H.** 1997. Threats on Pacific islands: the spread of the tramp ant *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae). *Pacific Conservation Biology*. 3: 61-64.
- Kempf, W. W.** 1972. Catálogo abreviado das formigas da Regiao Neotropical. *Studia Entomologica (N.S.)*. 15:3-344.
- Lach, L.** 2005. Interference and exploitation competition of three nectar-thieving invasive ant species. *Insectes Sociaux*. 52(3): 257-262.
- Loke, P. Y. & Lee, C. Y.** 2004. Foraging behavior of field populations of the big-headed ant, *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 43 (2): 211-220.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M.** 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species: A selection from the Global Invasive Species Database. The Invasive Species Specialist Group (ISSG), a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). 1ra Edición. 12 p.

- Sanders, D. A., Chang, V. C. S., Ota, A. K. & Nomura, N. 1992.** Food acceptability and distribution in the colony of the bigheaded ant, *Pheidole megacephala* (Fabr.) (Hymenoptera: Formicidae). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 31: 65-72.
- Smith, D. R.** 1979. Superfamily Formicoidea. In: Krombein, K. V., Hurd, P. D. Jr., Smith, D. R., Burks B. D., (eds.). *Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico. Apocrita (Aculeata)*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., USA. 1323-1467 p.
- Vanderwoude, C., Lobry de Bruyn, L. A., House, A. P. N.** 2000. Response of an open-forest ant community to invasion by the introduced ant, *Pheidole megacephala*. *Austral Ecology*. 25: 253-259.
- Varón, E. H., Hanson, P., Borbón, O., Carballo, M. & Hilje-Quirós, L.** 2004. Potencial de hormigas como depredadoras de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas*. (73): 42-50.
- Vásquez-Bolaños, M.** 2015. Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. *Métodos en Ecología y Sistemática*. 10 (1): 1-53.
- Warner, J. & Scheffrahn, R. H.** 2013. Bigheaded Ant, *Pheidole megacephala* (Fabricius) (Insecta: Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). University of Florida IFAS Extension, EENY-369. Fecha de actualización: 15 de enero de 2017.
- Wetterer, J. K.** 2007. Biology and impacts of Pacific island invasive species. 3. The African big-headed ant, *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae). *Pacific Science*. 61 (4): 437-456.
- Wetterer, J. K.** 2012. Worldwide spread of the African big-headed ant, *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*. 17: 51-62.
- Wetterer, J. K., Banko, P. C. , Laniawe, L. P., Slotterback, J. W. & Brenner, G. J.** 1998. Nonindigenous ants at high elevations on Mauna Kea, Hawaii. *Pacific Science*. 52 (3): 228-236.
- Williams, D. F.** 1994. *Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species*. Colorado, USA. Westview, Boulder, 332 p. ISBN: 9780813386157
- Williamson, M.** 1998. Measuring the impact of plant invaders in Britain. In: Starfinger, U., Edwards, K., Kowarik, I. & Williamson, M. (Eds.) *Plant invasions: ecological mechanism and human responses*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 57-68 p.
- Wilson, E. O.** 2003 *Pheidole in the New World: a dominant, hyperdiverse ant genus*. Cambridge, Massachusetts. Harvard University Press. 794 p. ISBN: 9780674002937
- Young, G.** 2000. The coastal brown or big headed ant. *Agnote*. 152: 1-4.
- Young, G. R.** 2003. Life history, biology, host plants and natural enemies of the lilly pillid psyllid, *Trioza eugeniae* Froggatt (Hemiptera: Triozidae). *Australian Entomologist*. 30 (1): 31-38

Zimmerman, E. C. 1970. Adaptive radiation in Hawaii with special reference to insects.
Biotropica. 2: 32-38.

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

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

8 Análisis de riesgo para *Nylanderia fulva*

Nylanderia fulva

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

Nylanderia fulva es una especie invasora originaria de Brasil, que ha causado serios problemas especialmente en Colombia. En este país se ha reportado pérdida de biodiversidad y daños en ganado y diversos cultivos. Esta hormiga tiene características que le facilitan propagarse rápidamente en diferentes ecosistemas (Holway *et al.*, 2002). Un desafío que presenta su introducción en México es que una vez establecida, es difícilmente erradicable y su manejo y control pueden ser complejos y costosos. En el país se ha registrado solo para Veracruz, Hidalgo y Tamaulipas, por esta razón se propone realizar un análisis de riesgo para los estados del Golfo de México y la zona central del país, por sospechar la propagación de esta hormiga en otros estados del país cercanos a las zonas con presencia de dicha especie. Es por esta razón que es necesario conocer más acerca de la biología, potencial de establecimiento y rutas de introducción de *N. fulva* para poder desarrollar un plan de manejo en territorio mexicano y tomar decisiones adecuadas respecto al control de la misma.

A continuación se desglosan las 49 preguntas del análisis de riesgo para hormigas, cada pregunta incluye la respuesta, el argumento y las referencias:

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: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta hormiga puede viajar accidentalmente en equipaje de viajeros, llegando propágulos a diferentes países (McCullough *et al.*, 2006). Los nidos se encuentran generalmente en suelo o sobre material vegetal en descomposición (Arcila-Cardona, 2006).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *N. fulva* es originaria de Brasil y ha sido registrada como especie introducida en distintos países de América, desde la República Argentina hasta Canadá (Fernández & Sendoya, 2004; AntWiki, 2017). Fue introducida intencionalmente en Colombia hace más de 40 años. Llevaron a esta hormiga a la zona central del país antes citado con el objetivo de controlar a la hormiga arriera y diversas serpientes (Zenner-Polanía; 1990, 1994), a partir de su introducción ha continuado su expansión exitosa por varias regiones de Colombia (Chacón de Ulloa, 1998).

3. ¿La especie tiene subespecies invasoras?

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: *N. fulva* tiene subespecies (*Nylanderia fulva biolleyi*, *Nylanderia fulva cubana*, *Nylanderia fulva fumatipennis*, *Nylanderia fulva incisa*, *Nylanderia fulva longiscapa* y *Nylanderia fulva nesiotis*) sin embargo ninguna se ha reportado como invasoras (AntMaps, 2017a).

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

Certeza: Muy cierto

Argumento: Se introdujo de manera intencional e ilegal en Colombia para el control de serpientes y la "hormiga arriera", pero se ha dispersado en ese país y en diferentes regiones de América accidentalmente por medio de la intervención humana (Vargas *et al.*, 2004). Los datos que se tienen de *N. fulva* en su rango nativo la ubican en sitios con temperaturas promedio entre los 18 y los 25 °C. En Colombia como especie introducida se la encuentra a una temperatura entre 17-27°C muy parecida a su rango nativo (Arcila & Quintero, 2005). El ciclo de vida de esta hormiga fue estudiado por Arcila y colaboradores (2002), estas observaciones fueron realizadas bajo condiciones de cría artificial en el laboratorio con una temperatura óptima de 27°C y una humedad Relativa del 80%. Estas

condiciones climáticas se presentan en diversas regiones de México (Villers-Ruiz & Trejo-Vázquez, 1998).

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

Respuesta: Alta

Certeza: Muy cierto

Argumento: La calidad de la información sobre la compatibilidad climática es alta debido a que se ha extendido en diferentes regiones de América (Arcila-Quintero, 2005) con climas semejantes a los que se presentan en el área de estudio, todas estas invasiones han sido documentadas (Zenner-Polania, 1990; Villers-Ruiz & Trejo-Vázquez, 1998; AntCat, 2017).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *N. fulva* en su rango nativo se puede encontrar entre los 3 y los 637msnm, en sitios con temperaturas promedio entre los 18 y los 25 °C. Como invasora, en Colombia se la encuentra en un rango altitudinal más amplio, entre los 17-2900msnm y una temperatura entre 17-27°C muy similar a su rango nativo (Arcila-Quintero, 2005). Aún cuando existen diferencias en los rangos de elevación, las temperaturas son similares, esto le ha permitido a *N. fulva* dispersarse ampliamente (Cárdenas & Posada, 2001).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Los datos que se tienen de *N. fulva* en su rango nativo la ubican en sitios con temperaturas promedio entre los 18 y los 25 °C. En Colombia como especie introducida se la encuentra a una temperatura entre 17-27°C muy parecida a su rango nativo (Arcila & Quintero, 2005). El ciclo de vida de esta hormiga fue estudiado por Arcila y colaboradores (2002), estas observaciones fueron realizadas bajo condiciones de cría artificial en el laboratorio con una temperatura óptima de 27°C y una humedad Relativa del 80%. Estas condiciones climáticas se presentan en diversas regiones de México (Villers-Ruiz & Trejo-Vázquez, 1998).

8. ¿La especie tiene historias de introducción fuera de su rango natural? Estas han sido exitosas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *N. fulva* es originaria de Brasil y ha sido registrada como especie introducida en distintos países de América, desde la República Argentina hasta Canadá (Fernández & Sendoya, 2004; AntWiki, 2017). Fue introducida intencionalmente en Colombia hace más de 40 años. Llevaron a esta hormiga a la zona central del país antes citado con el objetivo de controlar a la hormiga arriera y diversas serpientes (Zenner-Polanía; 1990, 1994), a partir de su introducción ha continuado su expansión por varias regiones de Colombia (Chacón de Ulloa, 1998).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *N. fulva* es nativa de Brasil, sin embargo tiene una amplia distribución (Fernández & Sendoya, 2004). En la región Neártica: áreas de Estados Unidos y México mientras que para la región Neotropical se encuentra en los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, República Dominicana, Ecuador, Guayana Francesa, Islas Galápagos, Guyana, Haití, Martinica, Mato Grosso del Sur, Paraguay, Surinam y Uruguay (AntMaps, 2017a).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta especie puede convertirse en un grave problema de conservación al provocar la eliminación de otras especies de hormigas nativas, en las áreas invadidas la riqueza de formícidos puede reducirse considerablemente (Human & Gordon, 1997). Por ejemplo, Zenner-Polanía & Martínez (1992) realizaron un estudio en una zona invadida de Colombia donde había bosque primario y secundario, cultivos de cacao, plátano y potreros, la mirmecofauna solo estaba compuesta por *Monomorium floricola* y *Dolichoderus diversus*, lo que equivale a la disminución total del 94% de la riqueza de

especies. En otro estudio realizado también en Colombia pero en una zona de humedales invadida por *N. fulva*, se reportó una reducción del 74% de la riqueza de especies (Aldana *et al.* 1995).

11. ¿En su área de naturalización, hay impactos a alguna especie de importancia económica (agricultura, viveros, ornamental, ganadería, etc.)?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: En el sector agrícola provoca graves daños en diferentes cultivos, debido a su asociación con diferentes insectos chupadores que son vectores de diversas enfermedades en plantas (Della Lucia, 2003). Estas hormigas protegen y transportan a los "homópteros", a cambio de la melaza que producen estos últimos, lo que ocasiona un crecimiento en sus poblaciones (Hernández *et al.*, 2002). En Colombia se tienen registradas 36 especies de "homópteros" asociados con *N. fulva*, perjudicando gravemente la economía de varias regiones de dicho país (Arcila & Quintero, 2005). Esta asociación genera un incremento en las poblaciones de los "homópteros", permitiendo el crecimiento del hongo *Capnodium* sp., el cual crece sobre la melaza de dichos insectos y crea en la hoja una capa negra que impide el desarrollo normal de la planta (Cárdenas & Posada 2001). Respecto a los gastos producidos por esta hormiga en caña se calcula que anualmente se están perdiendo cerca de 28 millones de pesos provocado por el ataque de "homópteros" (Nieves-González, 1999). También existe otra afectación en campos agrícolas debido a que las obreras se suben al cuerpo de los trabajadores, molestandolos y algunas veces, provocándoles fuertes dolores al segregarse ácido fórmico en zonas del cuerpo donde existen heridas abiertas (Nieves-González, 1999).

En el caso de ganado y aves está documentado que *N. fulva* puede atacarlos, entrando un gran número de obreras por las fosas nasales y oídos, atraídas por las secreciones corporales, lo que puede causar daño o muerte de los animales (Nieves-González, 1999; Cárdenas & Posada, 2001). Lo animales domésticos que han sido atacados por esta hormiga en Colombia son los siguientes; gallinas, pavos, corderos, puercos, perros gatos y palomas (Zenner-Polanía 1990; Nieves-González 1999; Cárdenas & Posada 2001).

12. ¿En su área de naturalización, hay impactos a ecosistemas, servicios ecosistémicos u otro tipo de valores ambientales?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La pérdida de especies a causa de *N. fulva* provoca pérdida de los servicios de los ecosistemas invadidos (Pimentel *et al.*, 2005). Un caso preocupante es la invasión presentada en la Reserva Natural Laguna de Sonso en Colombia en donde se ha reportado atacando a un Buitre de Ciénaga (*Anhima cornutus*), afectando las alas y ojos del animal (Aldana *et al.*, 2011). Un problema grave es que en esta reserva habitan especies de aves en riesgo de extinción y están expuestas a la invasión de *N. fulva* y su ataque (Arcila & Quintero, 2005).

13. ¿La especie tiene congéneres invasores?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: En el género *Nylanderia* hay diversas especies invasoras, entre ellas están: *Nylanderia bourbonica*, *Nylanderia clandestina*, *Nylanderia guatemalensis*, *Nylanderia pubens*, *Nylanderia vaga*, *Nylanderia vividula* (AntMaps, 2017b; AntMaps, 2017c).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *N. fulva* puede causar dolor intenso e irritaciones debido a que segregan ácido fórmico (Nieves-González, 1999). Esta hormiga se ha reportado en varios hospitales y asilos de ancianos en Houston, donde pueden ser vectores de diversos microorganismos patógenos. Se ha comprobado que *N. fulva* es capaz de transmitir los siguientes patógenos; *Escherichia coli*, *Streptococcus bovis*, *Serratia marcescens*, *Candida sp.*, y *Klebsiella variicola* (McDonald, 2012).

15. ¿La especie es capaz de competir exitosamente con especies nativas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta especie puede convertirse en un grave problema de conservación al provocar la eliminación de otras especies de hormigas nativas, en las áreas invadidas la riqueza de formícidos puede reducirse considerablemente (Human & Gordon, 1997).

16. ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: no

Certeza: Muy cierto

Argumento: No hay evidencias de que *N. fulva* sea parásito de otras especies (AntWiki, AntCat, 2017).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: No hay evidencias de que *N. fulva* tenga un sabor desagradable para los depredadores (Arcila & Quintero, 2005).

18. ¿La especie tiene como presa a una especie nativa (por ejemplo una que antes no tenía depredadores o un nivel de depredación muy bajo)?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *N. fulva* puede atacar a vertebrados como aves, lagartos pequeños, venados, armadillos y serpientes provocándoles ceguera, asfixia, daños en los órganos y extremidades y en el peor de los casos, la muerte (Chacón-Ulloa, 1998; Cárdenas & Posada, 2001). El daño ocasionado a los vertebrados por “la hormiga loca” se debe a que las obreras entran masivamente a los orificios del cuerpo, al ser atraídas por las secreciones corporales (Arcila & Quintero, 2005). La pérdida de especies causa pérdida de los servicios de los ecosistemas invadidos (Pimentel *et al.*, 2005). Un caso preocupante es la invasión presentada en la Reserva Natural Laguna de Sonso en Colombia en donde se ha reportado atacando a un Buitre de Ciénaga (*Anhima cornutus*), afectando las alas y ojos del animal. Un problema grave es que en esta reserva habitan especies de aves en riesgo de extinción y están expuestas a la invasión de *N. fulva* y su ataque (Aldana *et al.*, 1995; Arcila & Quintero, 2005).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Se ha comprobado que *N. fulva* es capaz de transmitir los siguientes patógenos; *Escherichia coli*, *Streptococcus bovis*, *Serratia marcescens*, *Candida sp.*, y *Klebsiella variicola* (McDonald, 2012).

20. ¿La especie tiene asociaciones con insectos “homópteros” (áfidos, escamas, etc.) o con otros insectos que se alimentan de plantas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Estas hormigas protegen y transportan a los "homópteros", a cambio de la melaza que producen estos últimos, lo que ocasiona un crecimiento en sus poblaciones (Hernández *et al.*, 2002). En Colombia se tienen registradas 36 especies de "homópteros" asociados con *N. fulva*, perjudicando gravemente la economía de varias regiones de dicho país (Arcila & Quintero, 2005). Esta asociación genera un incremento en las poblaciones de los "homópteros", permitiendo el crecimiento del hongo *Capnodium* sp., el cual crece sobre la melaza de dichos insectos y crea en la hoja una capa negra que impide el desarrollo normal de la planta (Cárdenas & Posada 2001).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La "hormiga loca" mueve sus nidos constantemente y coloniza substratos favoreciendo las migraciones frecuentes, esta característica les confiere éxito en la colonización de diversas áreas (Passera, 1994). En general el gran éxito de estas hormigas para invadir nuevos lugares es su naturaleza adaptable (Arcila, 1999).

22. ¿La especie tiene flexibilidad en los hábitos de anidación y pueden ocupar diversos microhábitats de anidación?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La fundación de un nuevo nido mediante propágulos pequeños y la tendencia de cambiar constantemente los nidos de sitio facilita la dispersión accidental por medio de las actividades humanas (Gómez, 1999). Debido a sus hábitos de anidación y a colonizar substratos temporales, las poblaciones pueden ser fácilmente transportadas de una localidad a otra, lo que favorece su dispersión (Passera, 1994).

23. ¿Es esta especie pasiva con otras colonias de la misma especie?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La ausencia de agresividad entre colonias vecinas de la misma especie le da ventaja a la "hormiga loca" de ser unicolonial (Passera, 1994).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La fundación de un nuevo nido se realiza mediante propágulos pequeños (Gómez, 1999), es decir una o varias reinas abandonan el nido natal acompañadas de obreras y forman una nueva colonia cercana al nido original, a este comportamiento se le llama sociotomia (Arcila & Quintero, 2005).

25. ¿Esta especie sólo tiene un nido por colonia, tiene evidencia de agresividad entre los nidos o colonias de la misma especie o población?

Respuesta: no

Certeza: Muy cierto

Argumento: Estas hormigas forman supercolonias gracias a su falta de agresividad entre individuos de la misma especie pero de diferente nido. Por ejemplo en el este de Colombia se reportó una supercolonia de *N. fulva* que cubría 276,5 ha en agosto de 2011 (McDonald, 2012).

26. ¿Esta especie se alimenta de recursos vegetales, como el néctar, polen y secreciones extraflorales?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Se pueden alimentar de pequeños insectos y vertebrados que obtienen de carroña o de caza y melaza secretada por los áfidos o exudados azucarados de plantas (Zenner de Polania & Bolaños 1985; Arcila & Quintero, 2005).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Puede depredar a otros invertebrados terrestres nativos como mariposas, coleópteros, hemípteros, himenópteros, ortópteros, arañas, ciempiés, alacranes y termitas, afectando tanto adultos como crías y compite activamente por espacio, metiéndose en la mayoría de los casos en los nidos de estos (Cárdenas & Posada 2001; Arcila & Quintero, 2005). La pérdida de los invertebrados del suelo afecta a largo plazo en la productividad vegetal, dado que la actividad de estos organismos contribuye en la redistribución de nutrientes, permite la aireación y formación de suelo, además de aumentar las tasas de infiltración de agua (Pimentel *et al.*, 1997). En menor proporción pueden atacar a vertebrados como aves, lagartos pequeños, venados, armadillos y serpientes provocándoles ceguera, asfixia, daños en los órganos y extremidades y en el peor de los casos, la muerte (Chacón-Ulloa, 1998; Cárdenas & Posada, 2001).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: No se tiene evidencia de que *N. fulva* sea capaz de hibridar de manera natural con especies nativas (AntKey, 2017; AntCat, 2017; AntWiki, 2017).

29. ¿La especie es poligínica?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las colonias de esta especie son poliginas, es decir poseen varias reinas fértiles, esto incrementa la tasa de crecimiento de las poblaciones (Aldana *et al.*, 1995).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *N. fulva* se puede adaptar a perturbaciones antropogénicas (Mack *et al.*, 2000). Es una especie omnívora, que aprovecha nichos de corta vida y traslada rápidamente sus nidos (Zenner-Polanía & Bolaños, 1985).

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

Respuesta: no

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: La fecundidad de las reinas varía, es una función del peso, el número de reinas por nido y probablemente la edad (Arcila & Quintero, 2005). Aún cuando la fecundidad individual de las reinas tiende a disminuir con el aumento en el número de reinas por nido, éste efecto es sobrepasado por las ventajas de tener muchas reinas ovipositando en la misma colonia, lo cual resulta en el crecimiento más rápido de la misma. Sin embargo aunque la fecundidad es alta en *N. fulva*, existen otras especies similares como *N. bourbonica* con una dispersión más amplia fuera de su rango natural (AntMaps, 2017d), encontrada en trópicos y subtropicos del mundo (Wetterer, 1998).

32. ¿La reproducción en esta especie es continua?

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Se estima que en campo pueden presentarse de tres a seis generaciones por año (Arcila & Quintero, 2005).

33. ¿La estrategia reproductiva es por fisión colonial?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La fundación de colonias ocurre cuando una o varias reinas abandonan el nido natal acompañadas de obreras y forman una nueva colonia cercana al nido original (Arcila & Quintero, 2005).

34. ¿En esta especie la copulación entre machos y hembras (con alas) ocurre dentro del mismo nido? por lo tanto ¿el vuelo nupcial no se realiza?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Reinas y machos constituyen la casta reproductiva, el apareamiento ocurre dentro del nido. Este comportamiento disminuye la probabilidad de mortalidad por depredación durante el vuelo nupcial (Arcila *et al.*, 2002; Tsuitsui & Suárez, 2003).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *N. fulva* llamada "la hormiga loca" es nativa de la Amazonía del Brasil (Fowler *et al.*, 1999). Tiene una amplia dispersión en su área de distribución natural, abarca los siguientes países de Sudamérica: Venezuela, Brasil, Surinam, Bolivia, Uruguay, Paraguay y Argentina (AntMaps, 2017a).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta hormiga puede viajar accidentalmente en equipaje de viajeros, llegando propágulos a diferentes países (McCullough *et al.*, 2006).

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

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Propágulos de *N. fulva* ha sido introducida deliberadamente de manera ilegal a Colombia desde hace más de 30 años (Zenner-Polanía, 1990).

38. ¿Hay estadios del ciclo que puedan dispersarse como contaminante de productos o materias primas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La dispersión de *N. fulva* ha sido mediada por el hombre a través del comercio de mercancías contaminadas (material vegetal, tierra y residuos) (Tsutsui & Suárez 2003; Arcila & Quintero, 2005).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Las colonias de esta especie son poliginas, es decir poseen varias reinas fértiles, esto incrementa la tasa de crecimiento de la población (Aldana *et al.*, 1995). Estas reinas pueden fundar un nuevo nido mediante propágulos pequeños (Gómez, 1999).

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

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: *N. fulva* en su rango nativo se encuentra en temperaturas en un rango de 18 y 25 °C (Arcila & Quintero, 2005). El ciclo de vida de esta hormiga fue estudiado por Arcila y colaboradores (2002), estas observaciones fueron realizadas bajo condiciones de cría artificial en el laboratorio con una temperatura óptima de 27°C y una humedad Relativa del 80%.

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *N. fulva* fue introducida deliberadamente a Colombia hace más de 30 años. Procedente de Brasil llegó a la zona central de dicho país para el control de la hormiga arriera y diversas especies de serpientes (Zenner-Polanía, 1990). El primer registro de su presencia fue realizado en Puerto Boyacá en 1971 y desde entonces ha continuado su dispersión por varias zonas de Colombia (Chacón de Ulloa, 1998). En Cuba la llegada de esta hormiga, parece estar asociada a su utilización como controlador biológico (Fontenla, 1995).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: *N. fulva* ha sido tanto en zonas urbanas como agrícolas (Arcila & Quintero, 2005). Estas hormigas tienen una asociación con los "homópteros", ellas los transportan y los defienden de sus depredadores ocasionando un incremento en las poblaciones de estos insectos que son perjudiciales para diferentes cultivos (Zenner-Polanía & Ruíz, 1985). En general son favorables las perturbaciones antropogénicas para esta especie (Mack *et al.*, 2000).

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

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La pérdida de especies causa pérdida de los servicios de los ecosistemas invadidos (Pimentel *et al.*, 2005). Un caso preocupante es la invasión presentada en la Reserva Natural Laguna de Sonso en Colombia en donde se ha reportado atacando a un Buitre de Ciénaga (*Anhima cornutus*), afectando las alas y ojos del animal. Un problema grave es que en esta reserva habitan especies de aves en riesgo de extinción y están expuestas a la invasión de *N. fulva* y su ataque (Aldana *et al.*, 1995; Arcila & Quintero, 2005).

44. ¿Esta especie tolera algunos pesticidas o insecticidas?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: El uso indiscriminado de químicos para el control de la *N. fulva* y el desarrollo de resistencia de estas hormigas hacia dichos insecticidas, condujo a la pérdida de eficacia por lo que se ha recomendado su uso solo en casos en que la población de *N. fulva* sea muy alta (Arcila & Quintero, 2005).

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

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Se conocen muy pocos enemigos naturales para esta especie. La hormiga legionaria *Libidos caucus*, presente en diferentes estados de México se caracteriza por ser altamente depredadora, por lo que pueden ser un factor importante para la regulación de *N. fulva* (Hölldobler & Wilson, 1990).

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

E Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: n general son favorables las perturbaciones antropogénicas para esta especie (Mack *et al.*, 2000).

47. ¿Puede esta especie resistir el cambio de un lugar a otro del nido (en su totalidad o solo un fragmento del nido)?

Respuesta: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: La fundación de un nuevo nido mediante propágulos pequeños (Gómez, 1999) y la tendencia de cambiar constantemente los nidos de sitio facilita la dispersión accidental por medio de las actividades humanas por ejemplo por transporte de tierra o material vegetal.

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: si

Certeza: Muy cierto

Argumento: Esta especie tolera un espectro amplio de variables ambientales como altitud, temperatura y humedad (Arcila & Quintero, 2005), se adaptan a zonas antropizadas (Mack *et al.*, 2000) y han desarrollado resistencia a diversos insecticidas (Arcila & Quintero, 2005).

49. ¿Hay una evidencia en algunas poblaciones no nativas de la disminución de la variabilidad genética o variantes alélicas que permitan tolerar factores ambientales, químicos o de comportamiento más amplio?

Respuesta: si

Certeza: Mayormente cierto

Argumento: Se realizó un estudio, empleando marcadores RAPD's, en donde se encontró que las poblaciones de dos regiones de Colombia (zona invadida) son muy similares entre sí (Prieto & Ángel, 2001). También se puede observar en poblaciones introducidas que la ausencia de agresividad entre colonias vecinas de la misma especie le da ventaja a la "hormiga loca" de ser unicolonial (Passera, 1994; Horn, 2009) lo que puede implicar poca variabilidad genética en dichas poblaciones (Tsuitsui *et al.*, 2003).

9 Reporte de análisis de riesgo *Nylanderia fulva*:

		Resultado:	Rechazar
		Puntuación:	47
		Biogeografía:	19
Bloques de puntuación:	Atributos no deseados		10
	Biología/ecología		18
	Biogeografía		10
Preguntas contestadas:	Atributos no deseados		12
	Biología/ecología		24
	Total		46
		Agroecosistemas y zonas urbanas	32
Sectores afectados:	Medio ambiente		34
	Molestia		3
		Total de preguntas:	49

Resultado: Especie de alto riesgo

Referencias bibliográficas

Aldana, R. C., Baena, M. L. & Chacón de Ulloa, P. 1995. Introducción de la Hormiga Loca (*Paratrechina fulva*) a la Reserva Natural Laguna de Sonso (Valle del Cauca-Colombia). *Boletín del Museo de Entomología Universidad del Valle*. 3 (1): 15-28.

Aldana, R. C., Baena, M. L. & Chacón de Ulloa, P. 2011. Introducción de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*) a la Reserva Natural Laguna de Sonso (Valle del Cauca, Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*. 3(1), 15-28.

AntKeys. 2017. *Nylanderia fulva*. Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

<http://antkey.org/en/taxonomy/term/4837/descriptions>

AntMaps. 2017a. *Nylanderia fulva*. Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

<http://antmaps.org/?mode=species&species=Nylanderia.fulva+longiscapa>

AntMaps. 2017b. *Nylanderia vaga*. Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

<http://antmaps.org/?mode=species&species=Nylanderia.vaga>

AntMaps. 2017c. *Nylanderia pubens*. Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

<http://antmaps.org/?mode=species&species=Nylanderia.pubens>

AntMaps. 2017c. *Nylanderia bourbonica*. Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

<http://antmaps.org/?mode=species&species=Nylanderia.bourbonica>

AntCat. 2017. **Nylanderia fulva**. . Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

<https://www.AntCat.org/description.do?genus=nylanderia&name=fulva&rank=species>

AntWiki. 2017. *Nylanderia fulva*. Fecha de actualización: 22 de abril del 2017.

http://www.antwiki.org/wiki/Nylanderia_fulva

Arcila, A. M. 1999. Manejo Integrado de la hormiga loca *Paratrechina fulva* (Mayr). Biología del insecto. Informe Final presentado a Colciencias. 36 p.

Arcila-Cardona, Á. M. 2011. Efecto de la pérdida de reinas y obreras en la postura y cría de larvas en colonias de laboratorio de la hormiga loca *Paratrechina fulva* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*. 7(1): 22-31.

Arcila-Cardona, A. M. & Quintero, M. 2005. Impacto e historia de la introducción de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*) a Colombia. Informe final, contrato de prestación de servicios No. 136 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 91 p.

Arcila, A. M., Ulloa-Chacón, P. & Gómez, L. A. 2002. Factors that influence individual fecundity of queens and queen production in crazy ant *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 39(2): 323-334.

Cárdenas-Murillo, R. 1982. La Hormiga Loca. Avances Técnicos 101. Centro Nacional De Investigaciones De Café, CENICAFE. Colombia.

Cárdenas, R. & Posada, F. J. 2001. La hormiga loca: *Paratrechina* (Nylanderia) *fulva* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae-Formicinae). En: Cárdenas, R. & Posada, F. J. (Eds). *Los insectos y otros habitantes de cafetales y platanales*. Comité departamental de cafeteros del Quindío. 1ª ed. Optigraf, Armenia, Colombia. 250 p.

Chacón de Ulloa, P. 1998. Introducción de la hormiga Loca en Colombia. En: Cháves, M. E. & Arango, N. (Eds). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. *Informe Nacional Sobre el estado de la Biodiversidad 1997- Colombia. Tomo II: Causas de Pérdida de Biodiversidad*. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. 99-100 p.

Della Lucia, T. M. C. 2003. Hormigas de importancia económica em la región Neotropical. En: Fernández (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto. Bogotá, Colombia. 337-349 p.

Fernández, F. C. & Sendoya, S. 2004. Special issue: List of Neotropical Ants. Número monográfico: Lista de las hormigas neotropicales. *Biota Colombiana*. 5 (1): 3-93.

Fontenla, J. L. 1995. Reflexiones sobre las hormigas vagabundas de Cuba. *Cocuyo*. 3: 11-22.

Gómez, L. A. 1999. Segundo informe anual: manejo integrado de la hormiga loca *Paratrechina fulva*. Informe COLCIENCIAS-CENICANA. Cali. 33 p.

Hernández, C. P., Martínez, Y. P., Insuasty, O., Gómez, L. A., Camacho, J. A. & Manrique, R. 2002. Efecto del control de malezas y la fertilización nitrogenada sobre la población de hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Colombiana de Entomología*. 28 (1): 83-90.

Horn, K. 2009. Examining competitive interactions between Raspberry crazy ants (*Paratrechina* sp. nr. *pubens*) and red imported fire ants (*Solenopsis invicta*) using laboratory and field studies. Masters of Arts, Rice University, Houston, TX, USA.

Human, K. G. & Gordon, D. M. 1997. Effects of argentine ants on invertebrate biodiversity in northern California. *Conservation Biology*. 11: 1242-1248.

- Mack, R. N., Simberloff, D., Mark Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F. A.** 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological applications*. 10 (3): 689-710.
- McDonald, D. L.** 2012. Investigation of an invasive ant species: *Nylanderia fulva* colony extraction, management, diet preference, fecundity, and mechanical vector potential. Doctoral dissertation, Texas A&M University.
- Mccullough, D., Work, T., Cavey, J., Liebhold, A. & Marshall, D.** 2006. Interceptions of nonindigenous plant pests at US ports of entry and border crossings over a 17-year period. *Biological Invasions*. 8: 611- 630.
- Nieves-González, J. J.** 1999. Manejo: Prevención y Control de la Hormiga Loca. Bogotá, D.C., Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Subgerencia de Prevención y Control. División Sanidad Vegetal. 22 p.
- Passera, L.** 1994. Characteristics of tramp species. In: Williams, D. F. (Ed). *Exotic Ants: Biology, impact, and control of introduced species*. Westview Press, Inc. Boulder. 23-43 p.
- Pimentel, D., Zuniga, R. & Morrison, D.** 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*. 52: 273-288.
- Prieto, S. & Ángel, F.** 2001. Variabilidad genética de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*). Carta Trimestral Cenicaña. 23(2): 12.
- Tsutsui, N. D. & Suárez, A. V.** 2003. The colony structure and Population Biology of Invasive ants. *Conservation Biology*. 17 (1): 48-58.
- Tsutsui, N. D., Suarez, A. V. & Grosberg, R. K.** 2003. Genetic diversity, asymmetrical aggression, and recognition in a widespread invasive species. *PNAS*. 100: 1078-1083.
- Vargas, O., Díaz, G. A., Borja, P. L., Mesa, L. A., de Polanía, N. Z. & Gómez, L. A.** 2004. Reconocimiento de enemigos naturales de la hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae), en el municipio de El Colegio (Cundinamarca) y en el valle del río Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*. 30 (2): 225-232.
- Villers-Ruiz, L. & Trejo-Vázquez, I.** 1998. Impacto del cambio climático en los bosques y áreas naturales protegidas de México. *Interciencia*. 23(1): 10-19.
- Wetterer, J. K.** 1998. Nonindigenous ants associated with geothermal and human disturbance in Hawai'i Volcanoes National Park. *Pacific Science*. 52: 40-50.
- Zenner-Polanía, I.** 1990. Biological Aspects of the "Hormiga Loca" *Paratrechina* (*Nylanderia*) *fulva* (Mayr), in Colombia. In: Vander Meer, R. K., Jaffe, K. & Cedeno A. (Eds.). *Applied Myrmecology: A World Perspective*. Westview Press, U.S.A. 290-297 p.

Zenner de Polania, I. & Bolaños, R. N. 1985. Hábitos alimenticios y relaciones simbióticas de la "hormiga loca" *Nylanderia fulva* con otros artrópodos. *Revista Colombiana de Entomología*. 11 (1): 3-10.

Zenner-Polanía, I. & Martínez, O. 1992. Impacto Ecológico de la Hormiga Loca, *Paratrechina fulva* (Mayr), en el Municipio de Cimitarra (Santander). *Revista Colombiana de Entomología*. 18 (1): 14-22.

Zenner-Polanía, I. 1994. Impact of *Paratrechina fulva* on Other Ant Species. En: Williams, D. F. (Ed.). *Exotic Ants Biology, Impact and Control of Introduced Species*. Westview Press, U.S.A. 121-132 p.