

**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**

**Reporte final con la revisión de cuatro especies de hormigas con potencial invasor en México: *Linepithema humile*, *Nylanderia fulva*, *Solenopsis invicta* y *Pheidole megacephala* así como información de hormigas introducidas en el país.**

**Madai Rosas-Mejía & Milan Janda**

**Mayo de 2017.**



CONABIO  
COMISIÓN NACIONAL PARA EL  
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD



Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Nylanderia fulva* en vista lateral. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

## **Reporte con la revisión de 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-Mejía<sup>1</sup> & Milan Janda<sup>2</sup>

Modo de citar el informe: PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo) Reporte con la revisión 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. UNAM, Morelia, Michoacán, México. 117 pp. + 1 Anexo.

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

### **Fecha de inicio y terminación del informe final: julio del 2016-mayo del 2017.**

El presente reporte tiene como principal objetivo proporcionar información veraz y actualizada 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. En base al conocimiento generado de distribución 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 analizan 4 especies de hormigas con potencial invasor para México. 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 documento se reúne la información sobre la biología, historia de introducción, rutas de distribución, impactos, potencial de establecimiento y colonización de cuatro especies de formícidos, 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.

## Tabla de contenidos

### Contenido

Tabla de contenidos .....	4
<i>Solenopsis invicta</i> .....	13
1   Ámbito del AR (campo de aplicación del análisis de riesgo) .....	13
2   Introducción .....	13
a. Taxonomía/especies .....	13
<b>Historia taxonómica</b> .....	<b>13</b>
b. Descripción general .....	13
<b>Obreras:</b> .....	<b>14</b>
<b>Reinas:</b> .....	<b>16</b>
<b>Machos:</b> .....	<b>17</b>
c. Biología e historia natural .....	18
<b>Alimentación:</b> .....	<b>18</b>
<b>Reproducción:</b> .....	<b>19</b>
Adaptación a ambientes perturbados: .....	19
d. Comportamiento colonial/conducta .....	19
e. Estatus .....	19
<b>Reportes como especie invasora en el país</b> .....	<b>19</b>
<b>Reporte como especie invasora en otros países:</b> .....	<b>20</b>
3   Distribución/origen de <i>Solenopsis invicta</i> .....	20
a. Rutas de introducción .....	21
<b>En el mundo:</b> .....	<b>21</b>
<b>Liberación:</b> .....	<b>21</b>
<b>Transporte de contaminantes:</b> .....	<b>21</b>
<b>Transporte como vector</b> .....	<b>22</b>
<b>Sin ayuda:</b> .....	<b>22</b>
<b>En México:</b> .....	<b>22</b>
<b>Transporte de contaminantes:</b> .....	<b>22</b>
<b>Transporte como vector:</b> .....	<b>22</b>
<b>Sin ayuda:</b> .....	<b>22</b>

4	Potencial de establecimiento y colonización .....	22
a.	Potencial de colonización .....	22
b.	Potencial de dispersión .....	23
c.	Factores que favorecen su establecimiento y dispersión.....	23
d.	Historia de introducción en México .....	23
5	Evidencias de impactos .....	25
i.	Impactos a la salud en el ser humano .....	25
ii.	Impactos ambientales y a la biodiversidad.....	25
iii.	Impactos a actividades productivas.....	26
iv.	Impactos económicos .....	26
	<b>Equipos eléctricos, cables y servicios telefónicos: .....</b>	<b>27</b>
	<b>Infestación en áreas urbanas públicas: .....</b>	<b>27</b>
	<b>Recreación al aire libre, turismo .....</b>	<b>27</b>
	<b>Gastos médicos y daños a la propiedad: .....</b>	<b>27</b>
v.	Otros impactos.....	27
6	Control y mitigación .....	27
	Tipos de estrategias.....	28
	<b>Control químico: .....</b>	<b>28</b>
b.	Control biológico: .....	28
7	Normatividad.....	28
a.	Nacional: .....	28
b.	Internacional.....	29
8	Resultados del Análisis de riesgo.....	29
	Especie: <i>Solenopsis invicta</i> .....	29
	Estatus: .....	29
9	Resumen y conclusiones.....	29
	• Formación de personal técnico: .....	30
	• Detección temprana de nuevas incursiones: .....	30
	a. Estrategia para el manejo de <i>S. invicta</i> : .....	31
	Referencias bibliográficas.....	32
	<i>Linepithema humile</i> .....	40
1.	Ámbito del AR (campo de aplicación del análisis de riesgo) .....	40
2.	Introducción.....	40

a. Taxonomía/especies .....	40
<b>Historia taxonómica</b> .....	<b>40</b>
b. Descripción .....	40
<b>Obreras:</b> .....	<b>40</b>
<b>Reinas:</b> .....	<b>42</b>
c. Biología e historia natural .....	43
<b>Alimentación:</b> .....	<b>43</b>
<b>Reproducción:</b> .....	<b>44</b>
<b>Adaptación a ambientes perturbados:</b> .....	<b>44</b>
d. Comportamiento colonial/conducta .....	44
e. Estatus .....	44
<b>a. Reportes como especie invasora en el país</b> .....	<b>44</b>
<b>b. Reporte como especie invasora en otros países</b> .....	<b>44</b>
3 Distribución/origen de <i>Linepithema humile</i> .....	45
3.1 Rutas de introducción .....	46
a. En el mundo .....	46
<b>Liberación:</b> .....	<b>46</b>
<b>Transporte de contaminantes:</b> .....	<b>46</b>
<b>Transporte como vector</b> .....	<b>46</b>
<b>Sin ayuda:</b> .....	<b>46</b>
b. En México .....	47
<b>Transporte de contaminantes:</b> .....	<b>47</b>
<b>Transporte como vector:</b> .....	<b>47</b>
<b>Sin ayuda:</b> .....	<b>47</b>
4. Potencial de establecimiento y colonización .....	47
a. Potencial de colonización .....	47
b. Potencial de dispersión .....	47
c. Factores que favorecen su establecimiento y dispersión.....	48
d. Historia de introducción en México .....	48
5. Evidencias de impactos.....	48
i. Impactos a la salud en el ser humano .....	48
ii. Impactos ambientales y a la biodiversidad.....	48
iii. Impactos a actividades productivas.....	49

iv. Impactos económicos .....	49
v. Otros impactos.....	49
6. Control y mitigación.....	49
Tipos de estrategias.....	50
<b>Control químico:</b> .....	<b>50</b>
<b>Control biológico:</b> .....	<b>50</b>
7. Normatividad .....	50
a. Nacional: .....	50
b. Internacional.....	51
8. Resultados del Análisis de riesgo.....	51
Especie: .....	51
Estatus: .....	51
9. Resumen y conclusiones.....	52
Referencias bibliográficas.....	54
<i>Pheidole megacephala</i> .....	61
1. Ámbito del AR (campo de aplicación del análisis de riesgo) .....	61
2. Introducción.....	61
a. Taxonomía/especies .....	61
<b>Historia taxonómica</b> .....	<b>61</b>
b. Descripción .....	61
<b>Obreras:</b> .....	<b>61</b>
<b>Reinas:</b> .....	<b>64</b>
<b>Machos:</b> .....	<b>66</b>
c. Biología e historia natural .....	67
<b>Alimentación:</b> .....	<b>67</b>
<b>Reproducción:</b> .....	<b>67</b>
<b>Adaptación a ambientes perturbados:</b> .....	<b>68</b>
d. Comportamiento colonial/conducta .....	68
e. Estatus .....	68
<b>Reportes como especie invasora en el país</b> .....	<b>68</b>
<b>Reporte como especie invasora en otros países</b> .....	<b>68</b>
3. Distribución/origen de <i>Pheidole megacephala</i> .....	69
3.1 Rutas de introducción.....	70

a. En el mundo:.....	70
b. En México: .....	71
4. Potencial de establecimiento y colonización .....	71
a. Potencial de colonización .....	71
b. Potencial de dispersión .....	72
c. Factores que favorecen su establecimiento y dispersión.....	72
d. Historia de introducción en México .....	73
5. Evidencias de impactos.....	73
i. Impactos a la salud en el ser humano .....	73
ii. Impactos ambientales y a la biodiversidad.....	73
iii. Impactos a actividades productivas.....	73
iv. Impactos económicos .....	74
v. Otros impactos.....	74
6. Control y mitigación.....	74
Tipos de estrategias.....	74
<b>Control biológico:.....</b>	<b>75</b>
7. Normatividad .....	75
a. Nacional .....	75
b. Internacional.....	75
8. Resultados del Análisis de riesgo.....	76
Especie: <i>Pheidole megacephala</i> .....	76
Estatus: .....	76
9. Resumen y conclusiones.....	76
Referencias bibliográficas.....	78
<i>Nylanderia fulva</i> .....	85
Ámbito del AR (campo de aplicación del análisis de riesgo) .....	85
2. Introducción.....	85
a) Taxonomía/especies.....	85
<b>Historia taxonómica .....</b>	<b>85</b>
<b>b. Descripción .....</b>	<b>85</b>
<b>Obreras:.....</b>	<b>85</b>
<b>Reina: .....</b>	<b>88</b>
<b>Macho: .....</b>	<b>89</b>



c. Biología e historia natural .....	91
d. Comportamiento colonial/conducta .....	91
e. Estatus .....	91
<b>Reportes como especie invasora en el país .....</b>	<b>91</b>
<b>Reporte como especie invasora en otros países .....</b>	<b>91</b>
3. Distribución/origen de las especies.....	92
3.1 Rutas de introducción.....	93
a. En el mundo: .....	93
<b>Liberación: .....</b>	<b>93</b>
<b>Transporte de contaminantes: .....</b>	<b>93</b>
<b>Transporte como vector .....</b>	<b>93</b>
<b>Sin ayuda: .....</b>	<b>93</b>
b. En México: .....	93
<b>Liberación: .....</b>	<b>93</b>
<b>Transporte de contaminantes: .....</b>	<b>93</b>
<b>Sin ayuda: .....</b>	<b>93</b>
4. Potencial de establecimiento y colonización .....	93
a. Potencial de colonización .....	93
b. Potencial de dispersión .....	94
c. Factores que favorecen su establecimiento y dispersión.....	94
d. Historia de introducción en México .....	94
5. Evidencias de impactos.....	94
i. Impactos a la salud en el ser humano .....	94
ii. Impactos ambientales y a la biodiversidad.....	95
iii. Impactos a actividades productivas.....	95
iv. Impactos económicos .....	96
v. Otros impactos.....	96
6. Control y mitigación.....	96
Tipos de estrategias.....	96
<b>Control químico: .....</b>	<b>96</b>
<b>Control biológico:.....</b>	<b>97</b>
7. Normatividad .....	97
a. Nacional .....	97

b. Internacional.....	98
8. Resultados del Análisis de riesgo.....	98
Especie: <i>Nylanderia fulva</i> .....	98
Estatus: .....	98
9. Resumen y conclusiones.....	98
Referencias bibliográficas.....	100
10 Hormigas introducidas en México .....	106
<i>Anoplolepis gracilipes</i> .....	106
Taxonomía/especies .....	106
Distribución.....	106
Biología y ecología .....	106
<i>Cardiocondyla emeryi</i> .....	107
Taxonomía/especies.....	107
Distribución.....	107
Biología y ecología .....	107
<i>Cardiocondyla mauritanica</i> .....	107
Taxonomía/especies.....	107
Distribución.....	107
Biología y ecología .....	108
<i>Cardiocondyla minutior</i> .....	108
Taxonomía/especies.....	108
Distribución.....	108
Biología y ecología .....	108
<i>Cardiocondyla nuda</i> .....	108
Taxonomía/especies.....	108
Distribución.....	108
Biología y ecología .....	108
<i>Cardiocondyla obscurior</i> .....	109
Taxonomía/especies.....	109
Distribución.....	109
Biología y ecología .....	109
<i>Cardiocondyla venustula</i> .....	109
Taxonomía/especies.....	109

Distribución.....	109
Biología y ecología .....	109
<i>Cardiocondyla wroughtonii</i> .....	109
Taxonomía/especies .....	109
Distribución.....	110
Biología y ecología .....	110
<i>Crematogaster obscurata</i> .....	110
Taxonomía/especies .....	110
Distribución.....	110
Biología y ecología .....	110
<i>Hypoponera ergatandria</i> .....	110
Taxonomía/especies .....	110
Distribución.....	110
Biología y ecología .....	111
<i>Hypoponera opaciceps</i> .....	111
Taxonomía/especies .....	111
Distribución.....	111
Biología y ecología .....	111
<i>Hypoponera punctatissima</i> .....	111
Taxonomía/especies .....	111
Distribución.....	111
Biología y ecología .....	111
<i>Monomorium floricola</i> .....	111
Taxonomía/especies .....	111
Distribución.....	112
Biología y ecología .....	112
<i>Monomorium pharaonis</i> .....	112
Taxonomía/especies .....	112
Distribución.....	112
Biología y ecología .....	112
<i>Monomorium subopacum</i> .....	113
Taxonomía/especies .....	113
Distribución.....	113

Biología y ecología .....	113
<i>Nylanderia bourbonica</i> .....	113
Taxonomía/especies .....	113
Distribución.....	113
Biología y ecología .....	114
<i>Nylanderia flavipes</i> .....	114
Taxonomía/especies .....	114
Distribución.....	114
Biología y ecología .....	114
<i>Paratrechina longicornis</i> .....	114
Taxonomía/especies .....	114
Distribución.....	114
Biología y ecología .....	114
<i>Tapinoma melanocephalum</i> .....	115
Taxonomía/especies .....	115
Distribución.....	115
Biología y ecología .....	115
<i>Tetramorium bicarinatum</i> .....	115
Taxonomía/especies .....	115
Distribución.....	115
Biología y ecología .....	115
11 Conclusiones y recomendaciones .....	116
Referencias bibliográficas.....	117

## *Solenopsis invicta*

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

El presente análisis de riesgo se realiza específicamente para México. Las áreas en que se tienen reportes de *S. invicta* son para los estados de Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León en la parte norte del país y en el sur sólo se registra en Tabasco (Vásquez-Bolaños, 2015). El análisis se enfocará en las zonas con presencia de la especie pero se requiere realizar estudios en otros estados del territorio mexicano para corroborar o descartar la presencia de la "hormiga de fuego". Este análisis se utilizará como herramienta para prevención de la introducción o control de formícidos que presentan un riesgo para México (Baptiste *et al.*, 2010). El protocolo fue diseñado para tomar en cuenta las particularidades de la Familia Formicidae, el cual incluye 49 preguntas para evaluar el potencial de introducción, establecimiento y dispersión de la especie exótica, así como para determinar el grado de los impactos económicos, sociales, a la salud humana y al medio ambiente.

### 2 Introducción

#### a. Taxonomía/especies

**Orden:** Hymenoptera, **Familia:** Formicidae, **Subfamilia:** Myrmicinae, **Tribu:** Solenopsidini  
**Género:** *Solenopsis*, **Especie:** *Solenopsis invicta* Buren, 1972, Nombre común: Hormiga roja de fuego.

#### Historia taxonómica

*Solenopsis wagneri* Santschi, 1916 es el sinónimo más moderno del actual taxón válido *Solenopsis invicta* (Bolton, 1995). *Solenopsis saevissima* var. *Wagneri* Santschi, 1916 es el sinónimo más moderno de *Solenopsis saevissima*: Wilson, 1952, revivido de la sinonimia, elevada a especie y sinónimo mayor de *Solenopsis invicta*: Bolton, 1995. Trager (1991): erróneamente concedió a *Solenopsis wagneri* como un nombre no disponible, citando incorrectamente su notación original como *Solenopsis saevissima Electra wagneri*, y en referencia a su material de *Solenopsis invicta*. Pero *Solenopsis wagneri* está disponible, con la indicación original, antes citada, y tiene prioridad sobre *Solenopsis invicta*. Sin embargo, *Solenopsis invicta* se ha conservado sobre *Solenopsis wagneri* (Shattuck *et al.*, 1999).

#### b. Descripción general

*S. invicta* es conocida por propinar picaduras dolorosas e irritantes que frecuentemente ocasionan una pústula en la piel (Kemp *et al.*, 2000). Las obreras en promedio pueden llegar a vivir de 30 a 180 días dependiendo de su tamaño (Hedges, 1997). Los montículos generalmente están contruidos en el suelo con un tamaño promedio de 46 cm de diámetro. Cuando el nido es perturbado, salen las hormigas de una forma muy agresiva atacando con mordidas y piquetes al intruso (Cohen, 1992; AntWeb, 2016). *S. invicta* está en constante movimiento, cambiando sus nidos de una zona a otra. Es común que en los lugares suburbanos donde infesta se presenten múltiples montículos de la "hormiga roja de fuego" (Quezada-Martínez, 2009).

**Obreras:** las obreras de *Solenopsis invicta* son polimórficas entre 2.4 a 6 mm (Hedges, 1998), es decir con obreras de diferentes clases según el tamaño, nombradas como obreras menores, medias y mayores. Es común que las obreras de mayor tamaño tengan cabezas desproporcionadamente grandes y mandíbulas más fuertes que son más eficientes para la defensa (Fig. 1), razón por la que son denominadas a veces como hormigas soldados, sin embargo continúan siendo obreras y sus funciones en el nido no cambian de manera importante respecto a las funciones de las hormigas menores o medias (Hölldobler & Wilson, 1990). El pedicelo consta de dos segmentos, el maxilar inferior presenta cuatro dientes, antenas de 10 segmentos, que termina en un escapo antenal de dos segmentos (Fig. 2). Aguijón presente en la punta del gáster. El color del gáster es generalmente rojo marrón (Fig. 3). La característica distintiva de esta especie es la presencia de un diente en la parte media del cípeo, dicho diente cuenta con una seta (Hedges, 1997). A menudo es difícil distinguirlas de otras especies del género, como *Solenopsis richteri*, o de híbridos entre las dos especies.



**Figura 1.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Solenopsis invicta* en vista frontal de la cabeza. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.





**Figura 2.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Solenopsis invicta* en vista lateral. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

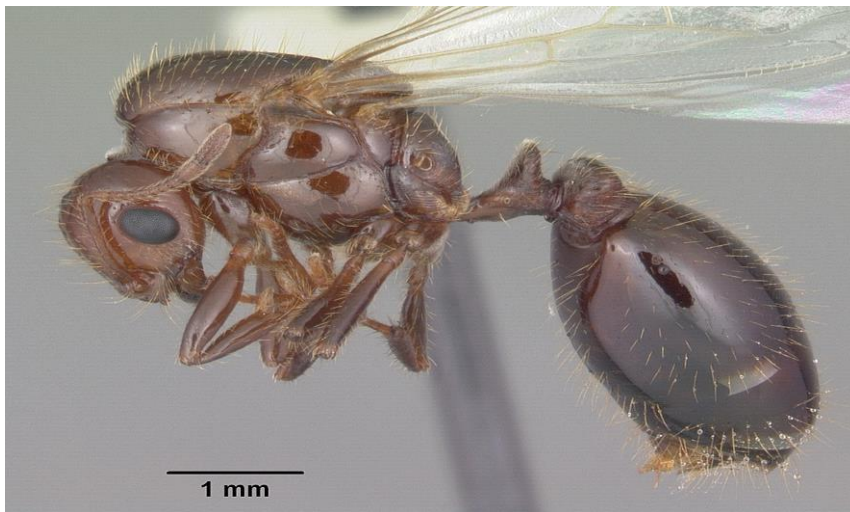


**Figura 3.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Solenopsis invicta* en vista dorsal. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

**Reinas:** las reinas pueden vivir de dos a seis años, su función dentro de la colonia es primordial, producir descendencia (Hedges, 1997). Los sexuales (reinas y machos) poseen alas (Fig. 6), se aparean durante el vuelo nupcial, después las hembras fecundadas inician la búsqueda de un lugar apto para fundar una nueva colonia (Hölldobler y Wilson, 1990). El color de estas hormigas es similar a la coloración de la obrera, la cabeza es de un tono marrón amarillento (Fig. 4), las venas de las alas son marrón muy pálido. La longitud de la cabeza es de 1.27 a 1.29 mm, el ancho de 1.32 hasta 1.33 mm, los escapos miden de .95 a .98mm. y el tórax de 2.60 a 2.63 mm. en longitud (Fig. 5) (AntWiki, 2016).

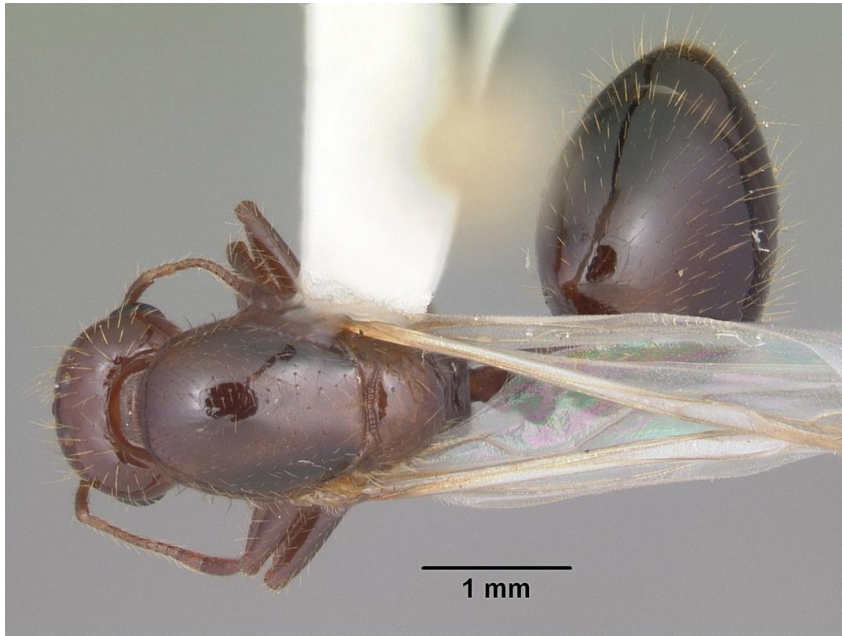


**Figura 4.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Solenopsis invicta* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 5.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Solenopsis invicta* en vista lateral. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.





**Figura 6.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Solenopsis invicta* en vista dorsal. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

Machos: la función de los machos es fecundar a la reina, dando continuidad a la especie con sus genes, una vez cumplida su misión mueren poco después. Presentan color negro, las antenas tienen un aspecto blanquecino, las venas de las alas pueden ser incoloras o presentar un color marrón pálido. La cabeza es desproporcionalmente pequeña con respecto al cuerpo (Fig. 7, 8 y 9) (AntWiki, 2016).



**Figura 7.** Foto tomada de AntWeb.org. Macho de *Solenopsis invicta* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 8.** Foto tomada de AntWeb.org. Macho de *Solenopsis invicta* en vista lateral. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 9.** Foto tomada de AntWeb.org. Macho de *Solenopsis invicta* en vista dorsal. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

### c. Biología e historia natural

Alimentación: 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).

**Reproducción:** la reproducción de *S. invicta* habitualmente se presenta durante períodos de tiempo más extensos que los registrados en muchas otras especies de hormigas, ocurriendo en algunas regiones durante la mayor parte del año (Tschinkel, 1993; Marcó & Piña, 2008). 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).

#### **Adaptación a ambientes perturbados:**

Colonización de diversos ecosistemas, una vez que han sido modificados por el hombre o fenómenos naturales (De Ulloa, 1994; Fontenla & Matienzo, 2011).

#### **d. Comportamiento colonial/conducta**

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 conespecíficos, mientras que las poliginas exhiben menor agresión intraespecífica, lo que les permite mantener altas densidades de nidos interconectados (Tschinkel, 2006). Una de las características de esta especie, es que utilizan túneles subterráneos para forrajear. Utilizando los túneles la colonia reduce el impacto de los depredadores y el efecto de altas temperaturas en la superficie (Mackay, 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 e invadir grandes extensiones (Fontenla & Matienzo, 2011). 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). En Estados Unidos esta especie 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, El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos estima que *S. invicta* se ha expandido hacia el oeste aproximadamente 190 km por año (Kemp *et al.*, 2000). Su organización poliginia le permite tener hasta 500 montículos por acre en algunas áreas de dicha nación.

#### **e. Estatus**

**Reportes como especie invasora en el país:** en el 2005 *S. invicta* fue reportada por primera vez en México, en tres estados de la frontera: Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila (Sánchez- Peña *et al.*, 2005), en 2009 Quezada-Martínez y colaboradores, realizaron un estudio sobre las infestaciones de *S. invicta* en Matamoros, Tamaulipas. Un año después en el estado de Guanajuato 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. No se sabe exactamente como llegó esta especie al país, sin embargo en los estados del Norte pudo haberse dispersado de manera natural desde Brownsville, en cambio en la región centro es posible que llegará por medio del transporte humano y en la parte sur se infiere que llegó de manera accidental por ruta de transporte de larga distancia, en una embarcación.

Reporte como especie invasora en otros países: esta especie ha invadido zonas de las Antillas, África, Australia, Oceanía (Davis *et al.*, 2001; Morrison *et al.*, 2004), Malasia (Na & Lee, 2001), Taiwán (Yu-Tzu, 2004), Hong Kong, Macao y la provincia de Guandong en el sur de China (Anon, 2005). De manera específica Wetterer y Snelling (2006) la catalogan como la hormiga más perjudicial de Estados Unidos de Norteamérica al provocar desequilibrios ecológicos (Holway *et al.*, 2002).

### **3 Distribución/origen de *Solenopsis invicta***

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. Actualmente se encuentra en todo el Suroeste de los Estados Unidos y California. Posteriormente se introdujo y se extendió a otras partes del mundo (Figura 10), 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 (AntWeb, 2016; AntWiki, 2016).





Transporte como vector: es posible transportar de manera casual a un propágulo de *S. invicta* por ejemplo en el equipaje de turistas.

Sin ayuda: esta ruta de introducción se refiere a la dispersión natural secundaria de la especie invasora. En este caso la reina de esta hormiga tiene la capacidad de desplazarse de 1.6 km del nido de origen a 20 km o más, lo que les confiere la capacidad de dispersarse sin ayuda del humano, pudiendo invadir áreas vecinas de su colonia de origen (Vinson, 1997). En la propagación natural secundaria es importante la detección y la respuesta rápida, para gestionar o minimizar los riesgos asociados (Hulme, 2015).

#### En México:

Transporte de contaminantes: en transportes terrestres de carga se puede propagar accidentalmente *S. invicta*, viajando como contaminante en algún producto o material de vivero, por ejemplo tierra, semillas o plantas (Sánchez-Peña *et al.*, 2005).

Transporte como vector: es posible transportar de manera accidental a estas hormigas en el equipaje de visitantes a México por la vía aérea y marítima.

Sin ayuda: se ha propagado rápidamente al sur de los E.U.A. y más recientemente se ha introducido en México, en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas (Vásquez-Bolaños, 2015). Se sospecha que en esta región la hormiga se dispersó de manera natural secundaria, debido a que al ser introducida al Sur de los Estados Unidos, pudo viajar a la frontera con México por medio de los vuelos nupciales y la colonización consecuente. Phillips y Thorvilson en 1993 plantearon una hipótesis interesante en la cual predijeron que la entrada más probable para la invasión de esta plaga en México sería por Tamaulipas debido a la extensa agricultura irrigada de esta zona, después según sus predicciones podría propagarse a lo largo del Golfo, antes de que invadiera las regiones centrales del país (Sánchez-Peña *et al.*, 2005). Esta ruta de alcance también fue validada en un modelo teórico de Morrison y colaboradores en el 2004, en el que sugieren que esta vía podría ser la única disponible para *S. invicta* sin ayuda del hombre.

## **4 Potencial de establecimiento y colonización**

### **a. Potencial de colonización**

Por medio del vuelo nupcial la “hormiga de fuego” puede colonizar una zona o mediante el transporte de suelo, plantas u otros materiales que contengan un nido o reinas. Su alta tasa reproductiva, habilidad para dispersarse, rápido crecimiento colonial y los cambios al ambiente creados por los humanos han permitido que esta especie alcance altas densidades y una amplia distribución (Torres, 1990; Ascunce *et al.*, 2011). En la dispersión natural, la mayoría de las reinas recién apareadas aterrizan a 1.6 km del nido de origen, pero pueden volar 20 km o más (Vinson, 1997). Después de encontrar un sitio de anidación adecuado, las hembras apareadas desprenden sus alas y empiezan a poner huevos (Lofgren *et al.*, 1975). Aunado a esto, tienen 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).

## **b. Potencial de dispersión**

Debido a que a *S. invicta* es favorecida con los hábitats perturbados se ha acelerado su expansión en diversos lugares. El transporte por intermedio humano de distancias largas explica la dispersión de un solo grupo genético (colonias genéticamente idénticas). Una evaluación de la variación genética en un conjunto de diversos marcadores moleculares de 2,144 colonias de "hormigas de fuego" en 75 sitios geográficos de todo el mundo reveló que al menos nueve introducciones de *S. invicta* son del mismo grupo genético de la principal población del sur de los EE.UU. (Asunce *et al.*, 2011). En Australia también se han realizado con *S. invicta* estudios genéticos con microsatélites y han encontrado que diversas infestaciones son más parecidas a las poblaciones norteamericanas que a las sudamericanas (Henshaw *et al.*, 2005). Los análisis anteriores sugieren que Estados Unidos es la principal fuente de las poblaciones de "la hormiga de fuego" que han invadido diversas regiones.

## **c. Factores que favorecen su establecimiento y dispersión**

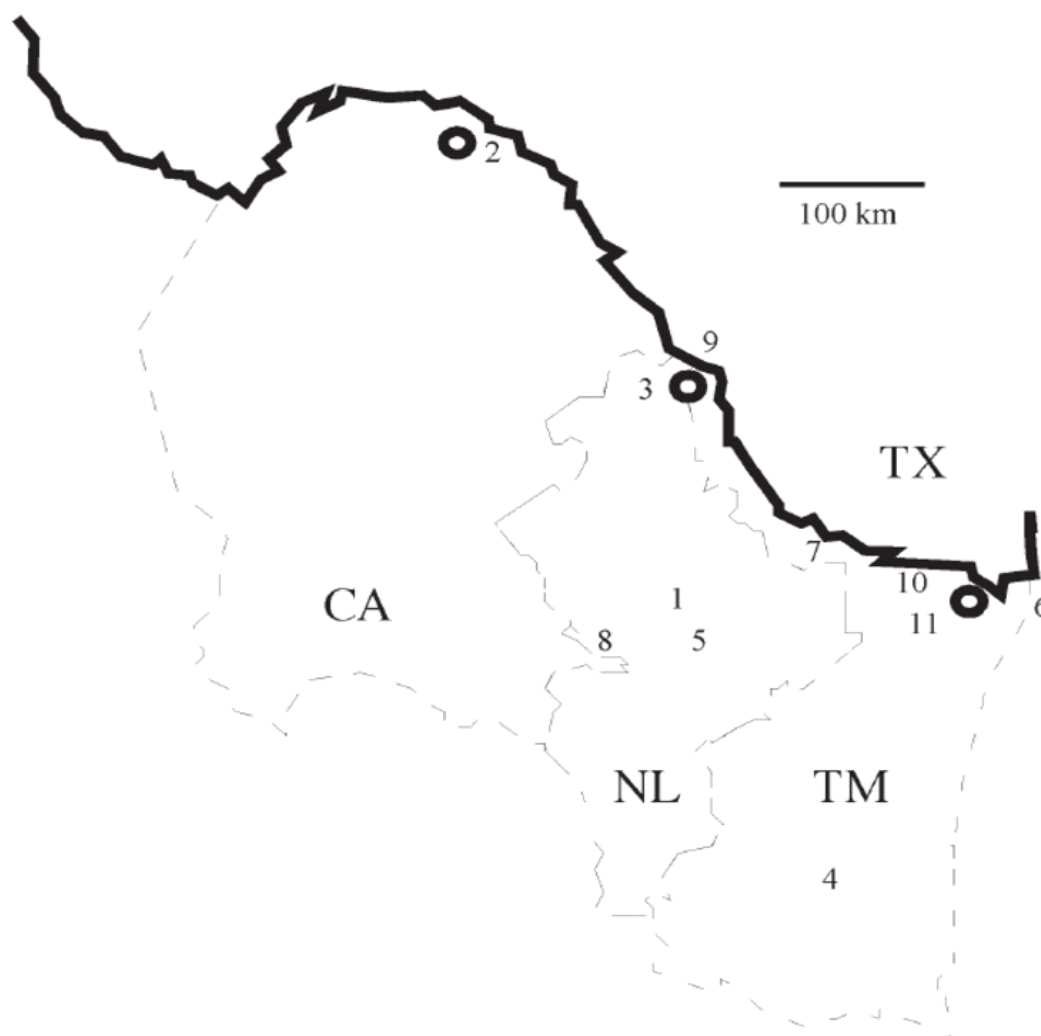
Características que pueden favorecer la dispersión y establecimiento de *Solenopsis invicta* son las siguientes (Brandao & Paiva, 1994; Passera, 1994; Della Lucia, 2003):

- Esta especie puede ser transportadas por humanos.
- Son favorables los ambientes perturbados para su establecimiento.
- En un nido pueden haber varias reinas.
- Son unicoloniales.
- Tienen hábitos de alimentación generalista.
- Poseen la capacidad para colonizar nuevas áreas.
- Tiene un comportamiento oportunista para la nidificación.
- Despliegan agresividad interespecífica marcada.
- Sus nidos pueden ser permanentes y transitorios.

## **d. Historia de introducción en México**

A pesar de ser una especie invasora, *S. invicta* no había cruzado de Texas a México a través del Rio Grande ya que se encontró por primera vez a orillas de este río, en 1991 (Allen, 1993). En 2005 Sánchez-Peña y colaboradores reportaron la presencia de la "hormiga de fuego" en Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila (Fig. 11), posteriormente en 2009, Quezada-Martínez y colaboradores elaboraron un estudio sobre las infestaciones de *S. invicta* en Matamoros, Tamaulipas debido al riesgo que representa esta especie para México, poco después en Guanajuato se hizo el hallazgo de "la hormiga roja de fuego" en plantaciones alfalfa, fresa y frijol (Salas-Araiza *et al.*, 2012), corroborándose con esta información la introducción en la zona centro del país. Por último en 2013 González-Valdivia y Colaboradores identificaron esta especie en sistemas agroforestales de Tabasco, México. No se sabe con certeza como llegó esta hormiga a territorio mexicano, sin

embargo se puede inferir de acuerdo a los datos disponibles que en Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León se dispersó de manera natural desde la frontera con Estados Unidos. El reciente hallazgo de *S. invicta* en la parte central del país indica que se sigue expandiendo con ayuda del hombre. Por esta razón es importante poner en práctica procedimientos de erradicación y prevención para evitar futuras infestaciones en México. Es necesario realizar más investigaciones sobre la presencia de "la hormiga de fuego" en otros lugares de la República Mexicana, para tomar decisiones adecuadas.



**Figura 11.** Mapa tomado del estudio de Sánchez-Peña y colaboradores (2005). Lugares de colecta de *Solenopsis* spp. en el noreste de México. Los sitios donde se recolectó *Solenopsis invicta* están marcados con un círculo O. Todos los sitios se encuentran en México. La clave para ubicaciones: 1 Cerralvo, 2 Ciudad Acuña, 3 Colombia, 4 Reserva de la Biosfera "El Cielo", 5 G. Bravo, 6, Matamoros, 7 Miguel Alemán, 8 Monterrey, 9 Nuevo Laredo, 10 Reynosa, 11 Río Bravo. Abreviaturas de los estados de México: Coahuila (CA), Nuevo León (NL) y Tamaulipas (TM). Texas (EE.UU.) se abrevia TX.



## 5 Evidencias de impactos

### i. Impactos a la salud en el ser humano

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 anafilaxia), 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 broncoespasmo, 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.*, 1999). 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 *et al.*, 1990). Una opción preventiva para las picaduras de *S. invicta* es la inmunoterapia, sin embargo es necesario en el futuro realizar investigaciones sobre repelentes de hormigas y terapia tópica para tratar síntomas agudos (Kemp *et al.*, 2000).

### ii. Impactos ambientales y a la biodiversidad

*S. invicta* es considerada una amenaza importante para la conservación de la biodiversidad ya que afecta diversos ecosistemas naturales y modificados. Numerosos estudios han reportado el efecto de la "hormiga roja de fuego" sobre las poblaciones de hormigas nativas y de otros artrópodos (Porter *et al.*, 1990). Por ejemplo las colonias de *S. invicta* pueden robar a las abejas miel almacenada, polen, larvas y pupas teniendo así un impacto devastador en la colonia (Collingwood *et al.*, 1997). También pueden tener un impacto negativo sobre diversos vertebrados, se ha documentado que *S. invicta* 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), sin embargo parece que con el tiempo estos invasores se convierten en parte de la compleja integración ecológica de los organismos y su impacto se convierte de mayor a moderado en los sistemas que ha colonizado (Morrison, 2002; Vinson 2013). Por ejemplo cuando llegaron por primera vez a Bryan, Texas, Estados Unidos sus montículos eran numerosos en muchos pastizales, sin embargo, después de 10-20 años los números de montículos por hectárea en muchas áreas han parecido disminuir en áreas no tratadas (Vinson, 2013). Por esta razón es necesario realizar estudios a largo plazo, sobre el comportamiento y la presencia de *S. invicta* en áreas infestadas.

### iii. Impactos a actividades productivas

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 (vectores de virus en plantas) debido a la relación mutualista con estos organismos (Coppler *et al.*, 2007). Se ha reportado afectando diferentes cultivos como papa, soya y algodón (Eubank, 2002; Holway *et al.*, 2002). Parte del daño ocurre en las semillas en las plantas jóvenes (Apperson y Powell, 1983). Otro aspecto en que "la hormiga roja de fuego" afecta a los cultivos es que ataca a enemigos naturales benéficos. Tal es el caso del parasitoide *Toxineurina nigriceps*, las pupas de este organismo son atacadas y consumidas por "la hormiga de fuego" (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 & Adams, 1981, Apperson & Powell, 1983).

La maquinaria agrícola puede verse afectada por los montículos de "la hormiga roja de fuego", en clima muy seco ya que puede desgastar las palas del equipo agrario (Vinson, 2013).

### iv. Impactos económicos

El impacto económico de *S. invicta* es enorme, por ejemplo en los Estados Unidos de América se generan gastos mayores a \$ 6 mil millones al año por concepto de; control de la plaga, tratamiento médico, y deterioro a la propiedad privada (Lard *et al.*, 2006). Un ejemplo de la gravedad de estas invasiones es Texas, donde se invierten \$ 671 millones en daños anuales y costos de control en agricultura, hogares, campos de golf, escuelas y lugares públicos (Lard *et al.*, 2002).

En Hawái los costos económicos proyectados a un periodo de 20 años por los daños que puede ocasionar "la hormiga roja de fuego" se estiman en 2.5 mil millones de dólares.

Ocasionan daños físicos en construcciones y equipos domésticos, además de consumir y contaminar los alimentos (Della Lucia & Araujo, 2000). Los lugares más comunes para su establecimiento son: plazas, jardines, caminos y zonas agrícolas (Sánchez- Peña *et al.*, 2005). A continuación se enlistan los principales impactos negativos que *S. invicta* provoca en la sociedad:

Equipos eléctricos, cables y servicios telefónicos: Las cajas de equipo eléctrico son susceptibles al ataque de “la hormiga roja de fuego”, debido a que son atraídas por los campos eléctricos (Mackay *et al.*, 1992), además se tiene evidencia de la construcción de montículos junto a los cuadros de control del equipo eléctrico, lo cual aumenta la probabilidad de que las hormigas afecten dicho equipo. Las hormigas pueden provocar un corto circuito y así dejar a una población sin energía eléctrica (Vinson, 2013).

Infestación en áreas urbanas públicas: estas zonas incluyen ciudad, aeropuertos, campos deportivos, áreas recreativas, cementerios, complejos de natación y oficinas. Para mantener controlada a esta hormiga en lugares públicos se gastó la cantidad de 36.73 dólares/hectárea tan solo en el estado de Texas a finales de 1990 (Lard *et al.*, 2002).

Recreación al aire libre, turismo: estas áreas incluyen campos de golf y hoteles, como ejemplos.

“Las hormigas de fuego” pueden infestar estos lugares y por lo tanto deben realizarse tratamientos para erradicar a la hormiga. En este caso puede haber responsabilidad de la empresa privada, si las personas o mascotas son heridas por *S. invicta*.

Gastos médicos y daños a la propiedad: el impacto económico que provocan las infestaciones de *S. invicta* es enorme, un cálculo estimado de los gastos en tratamiento médico y daños a la propiedad en los Estados Unidos es de más de \$ 6 mil millones anuales (Ascunce *et al.*, 2011).

#### **v. Otros impactos**

Estas hormigas agresivas tienen un impacto negativo en la agricultura porque además de afectar a los cultivos atacan al personal de campo, ocasionándoles picaduras dolorosas con la posibilidad de una reacción alérgica más grave. En lo que se refiere a la vida silvestre, pueden diezmar algunas especies que anidan en el suelo como aves, tortugas, ranas y artrópodos (Allen *et al.*, 1994).

## **6 Control y mitigación**

*S. invicta* es una plaga que causa graves pérdidas económicas en gastos de control y mitigación. En California, los daños pronosticados por la University of California researchers oscilan entre 3 y 9 mil millones de dólares en los próximos 10 años si esta hormiga no se controla (Jetter *et al.*, 2002). El daño causado por *S. invicta* ha motivado a diversos países a invertir para la erradicación en los lugares invadidos. Australia ha gastado 137 millones de dólares desde 2001 tratando de erradicar a “la hormiga roja de fuego” (Queensland Dept. De Industrias Primaria y Pesca, 2007), y Nueva Zelanda ha gastado más de 6.1 millones de dólares desde 2001 respondiendo a tres incursiones de *S. invicta* (Gutrich, 2007). Las tácticas empleadas en los programas de manejo de hormigas

de fuego, incluyen métodos culturales y de control biológico junto con un uso juicioso de los productos insecticidas (Drees *et al.*, 2013).

### Tipos de estrategias

**Control químico:** los productos insecticidas registrados para el control de hormigas de fuego, se dividen en tres tipos: los tratamientos para los montículos de hormigas individuales, tratamientos de superficie y productos granulares como cebos. Dependiendo del ingrediente activo, la actividad de las hormigas se puede eliminar rápidamente o con el tiempo (Drees *et al.*, 2013). Por ejemplo, los insecticidas piretroides se aplican para eliminar la actividad de las hormigas sobre el suelo y esto sucede en aproximadamente una hora. Por el contrario, las aplicaciones de fipronil granulares eliminan las colonias lentamente durante 4-6 semanas (Flanders y Drees, 2004). Los ingredientes activos utilizados comúnmente son: carbaryl, ácido bórico, fipronil, aletrinas, resmetrina, bifentrina, cipermentrina, acefato, spinosad, entre otros (Drees *et al.*, 2006). En el caso del químico fipronil se recomienda aplicar en áreas abiertas una dosis de 2.5 ml/ 100 L, inyectando directamente en el nido de 25 a 40 L de tóxico. Otra forma de aplicación es en cebos granulares usando aplicadores manuales: hidrametilnona 5 g / Kg en una mezcla de grano de maíz y aceite de soya, distribuyendo alrededor del área infestada con una tasa de aplicación de 2.5 Kg / ha, teniendo cuidado de aplicar a una distancia mínima de 8 metros lejos de fuentes de agua; Piriproxifen 5 g / Kg dentro de 8 m de agua con una tasa de aplicación 1.6-2 kg / ha; Metopreno 5 g / Kg con una tasa de aplicación de 1.6-2 Kg. En todos los casos es importante no aplicar durante la temporada húmeda del año y cuando existe pronóstico de lluvia dentro de las próximas 6 horas a la aplicación. El equipo necesario para la protección personal debe incluir: guantes de nitrilo o guantes de jardinería gruesos, botas de goma, bata y respirador con filtros aprobados para fipronil. También es importante evitar entrar en el área tratada hasta que el químico aplicado se haya secado. En el caso de cultivos, no se debe cosechar los cultivos durante 7-42 días después del tratamiento con productos a base de fipronil (PIAT, 2017).

### b. Control biológico:

Recientemente se han realizado esfuerzos para introducir y mantener enemigos naturales de *Solenopsis invicta* en los Estados Unidos, incluyendo los parasitoides del género *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae), la enfermedad de las hormigas de fuego; *Kneallhazia solenopsae* (microsporidios: Tubulinosematidae) (Williams *et al.*, 1999), y varios virus SINV-1, 2 y 3 (Valles y Strong, 2005; Hashimoto & Valles, 2008; Valles & Hashimoto, 2009). En conjunto, estos son los enemigos naturales que se espera logren la supresión sostenible de poblaciones de la hormiga de fuego (Williams *et al.*, 2003).

## 7 Normatividad

### a. Nacional:

En México se están realizando actualmente acciones para el control de especies invasoras. **La Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: Prevención, control y erradicación (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010)** es una pauta para dirigir las acciones en México, implementando una estrategia en la que se establecen

diferentes actividades enfocadas a desarrollar experiencias prácticas y replicables a distintos niveles de gobierno y entre diferentes sectores para el manejo de las especies invasoras. Los objetivos primordiales de la estrategia son: prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras, establecer programas de control y erradicación de poblaciones de especies invasoras así como informar oportunamente a la sociedad para que tome responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de especies invasoras (Conabio, 2000; Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). Recientemente la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó el "**acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México**" con el objetivo de conservar la biodiversidad y lograr la sustentabilidad ambiental (SEMARNAT, 2016). En este listado se consideran 4 especies de la Familia Formicidae, entre ellas a *S. invicta*, lo cual es un paso importante para el manejo y prevención de "la hormiga roja de fuego".

#### **b. Internacional**

En distintas partes del mundo se realizan acciones para la prevención, control y erradicación de *Solenopsis Invicta*. En las islas Galápagos se desarrollan estrategias prácticas para manejar efectivamente especies de hormigas invasoras de alto impacto en esa región y para prevenir la introducción de otras especies de alto riesgo. En Estados Unidos se desarrollan diferentes programas para reducir las poblaciones de *S. invicta*. En Texas desarrollan el programa: **Texas imported fire ant Research and Management Project (2016)**, en el que se proporciona información a la población sobre riesgos, control y manejo de esta especie en Estados Unidos de América. No se conocen las pérdidas económicas causadas por la hormiga de fuego en Texas, pero una estimación reciente fue de \$ 300 millones anuales. Los texanos también están gastando cientos de millones al año para controlar las hormigas de fuego en sus patios y pastos.

La comunidad internacional ha venido desarrollando a lo largo de los últimos años una serie de tratados y herramientas. Así, en la sexta Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica, las Partes adoptaron una decisión (VI/23) (CBD, 2002) que insta a los gobiernos a crear la capacidad nacional para hacer frente a las especies exóticas invasoras, en el marco de estrategias y planes de acción, y en conformidad con un conjunto de principios rectores (Zilletti *et al.*, 2013).

## **8 Resultados del Análisis de riesgo**

**Especie: *Solenopsis invicta***

**Estatus: Especie de alto riesgo**

## **9 Resumen y conclusiones**

- De todos los programas, la prevención de nuevas introducciones debe ser de alta prioridad. Los costos de prevenir el ingreso de una hormiga invasora son mínimos comparados con el costo de los impactos y control que tendrían una vez establecida en México. A continuación se recomiendan acciones claves que son

indispensables realizar para desarrollar un programa efectivo de manejo de la hormiga *Solenopsis invicta* en México. Estas recomendaciones están basadas en los programas de manejo actuales en Galápagos (Causton *et al.*, 2012).

- Monitoreo en México: En base a los registros actuales en México y la distribución de esta especie en los Estados Unidos (Figura 12), se sugiere un monitoreo extenso en la zona norte del país que incluye los siguientes estados: Tamaulipas, Nuevo León, Sonora, Chihuahua y Baja California. El tipo de vegetación recomendada para muestrear es matorral y vegetación secundaria, teniendo especial atención las zonas urbanas y agrícolas, debido a que estas hormigas se adaptan mejor en ambientes perturbados. Este monitoreo permitirá detectar la presencia de *S. invicta* y evitar su dispersión a otros lugares.



**Figura 12.** Registros de *Solenopsis invicta* en territorio Mexicano y la frontera con Estados Unidos. (antmaps.org; <http://www.antmaps.org/?mode=species&species=Solenopsis.invicta>).

- Evitar transporte accidental: se debe tener un estricto control de la entrada a nuestro país de mercancías susceptibles de transportar a “la hormiga roja de fuego”. Para lograr lo anterior se deben realizar revisiones especiales en productos como semillas y plantas de vivero provenientes de Sudamérica y Estados Unidos.
- Formación de personal técnico: formar técnicos implicados en la vigilancia y control del comercio internacional. Es necesario que dicho personal pueda identificar de manera práctica a la especie *S. invicta*, esto se puede lograr utilizando las características principales de la hormiga.
- Detección temprana de nuevas incursiones: para realizar un mejor manejo a posibles infestaciones en el territorio mexicano es conveniente identificar la localización oportuna de *S. invicta* para su posterior evaluación y control. Este objetivo se puede lograr teniendo una campaña de detección permanente en las ciudades más pobladas y en punto estratégicos como la central de autobuses, aeropuerto y puertos.



**a. Estrategia para el manejo de *S. invicta*:** se sugiere realizar un manejo integrado de “la hormiga roja de fuego” en el que se incluya control biológico, prácticas culturales y control químico. Estos métodos se aplican en tres etapas: prevención, observación y aplicación. Con esta forma de manejar a “la hormiga de fuego” se aspira a reducir o eliminar el uso de plaguicidas y de minimizar el impacto al medio ambiente (Londoño, 1991). A continuación se menciona una estrategia que puede ser efectiva en el control de *S. invicta*:

- Prácticas culturales: En este sentido, el uso de la gramínea WW B-Dahl (*Bothriochloa bladhii*) como prevención y combate sería una importante opción puesto que se ha demostrado su efectividad para delimitar o reducir la infestación de estas hormigas, al no poder forrajear de manera óptima y elevar sus nidos en montículos (Summerlin *et al.*, 1977). En 2008 el costo de establecimiento de una ha de zacate WW-B.Dahl era de 1,650 pesos (Ávila y González, 2008). Es importante mencionar que es un pasto introducido en México para el forrajeo de ganado, recomendado para tierras abiertas al cultivo, improductivas o erosionadas. Siempre deberá respetarse en los agostaderos los zacates nativos y promover una cultura para su manejo y conservación.
- Otra práctica cultural que se sugiere es cubrir los suelos con paja ya que esta acción da lugar a relaciones comunitarias más complejas que los suelos descubiertos o bajo labranza convencional. (Prado, 1991).
- Métodos físico-mecánicos: Dentro de los métodos físico-mecánicos se recomienda el uso de cebos azucarados mezclado con un compuesto que las elimine, pudiendo ser bórax (Espadaler *et al.*, 2006).
- Adicionalmente se sugiere una dosis de radiación de 150 G como tratamiento fitosanitario para prevenir la reproducción en hormigas (Follet *et al.*, 2016).
- Control biológico: se proponen en este programa a dípteros del género *Pseudacteon* como candidatos para el control biológico de las hormigas de fuego, *S. invicta*, previo estudio del impacto que pueda provocar este parasitoide. Se sugiere utilizar una especie que sea nativa del área y así no provocar un desequilibrio ecológico.
- En el caso de entomopatógenos se propone alternar aplicaciones de *Beauveria bassiana*, cuando el factor humedad sea favorable para el hongo, de no ser así es probable que el método no tenga éxito. Se pueden utilizar dos métodos de aplicación utilizados para el tratamiento de las hormigas; rociando la solución con el hongo sobre la superficie del suelo o inyectando directamente en el nido. En un estudio sobre el uso de este patógeno aplicado a la “hormiga roja de fuego”, Stimac y colaboradores (1993) reportan que la mortalidad de las hormigas tratadas fue de entre 70 y 92 %.
- Control químico: por último para un control químico se recomienda el uso de nitrógeno líquido, aplicándolo en nidos de *S. invicta* para eliminar las colonias. Este tratamiento tiene ventajas, que incluyen la muerte rápida, no hay efectos laterales de los residuos químicos tóxicos, la independencia del tratamiento de las condiciones climáticas y selectividad ecológica (Lin *et al.*, 2013).

## 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.

**Allen, C. R.,** 1993. Response of wildlife to red imported fire ant population reductions in the South Texas coastal prairie, M.S. Thesis, Texas Tech University.

**Allen, C. R., Demaris, S. & Lutz, R. S.** 1994. Red imported fire ant impact on wildlife: an overview. *Texas Journal of Science*. 1-12.

**Anon.** 2005. Red Fire Ant Sting Sends Villagers to Hospital. China Daily, Hong Kong.

**AntMaps.** 2016. Current species *Solenopsis invicta*. Fecha de actualización: 22 de Noviembre 2016.

<http://antmaps.org/?mode=species&species=Solenopsis.invicta>

**AntWeb.** 2016. *Solenopsis invicta*. Fecha de actualización: 22 de octubre 2016.

<http://www.antweb.org/description.do?genus=solenopsis>  
"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"  
name=invictaHYPERLINK  
"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"  
rank=species

**AntWiki.** 2016. *Solenopsis invicta*. Fecha de actualización: 22 de octubre 2016.

[http://www.antwiki.org/wiki/Solenopsis\\_invicta](http://www.antwiki.org/wiki/Solenopsis_invicta).

**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.

**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.

**Ávila, J. M. & González, E. A.** 2008. Tecnología, Nueva. "1. Establecimiento y Evaluación de Calidad forrajera del zacate Ww-B. Dahl (*Bothriochloa Bladhii*) en el Sur De Tamaulipas". Fecha de actualización: 22 de octubre 2016.



<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/1112>

**Baptiste, M. P., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez-Bonilla, F. P., Gil, D. L. & Lasso-Alcalá, C. A. (Eds.).** 2010. *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia*. Bogotá, D.C. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 200 p. ISBN: 978-958-8343-46-4

**Bolton, B.** 1995. *A New General Catalogue of the Ants of the World*. Cambridge, MA. Harvard University Press. 222 p. ISBN: 9780674021518

**Brandao, C. R. F. & Paiva, R. V.** 1994. The Galapagos ant fauna and the attributes of colonizing ant species. In: Williams, D. (Ed.). *Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species*. Westview Press, Boulder, Colo. 1-10 p.

**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.

**Causton, C. E., Sevilla, C., Cabrera, W., Carrión, A., y Carrión, V.** 2012. Plan Estratégico Manejo Hormigas Invasoras Galápagos. Reporte técnico. Fundación Charles Darwin, Dirección Parque Nacional Galápagos, Island Conservation. 20 p.

**Cohen, P. R.** 1992. Imported fire ant stings: clinical manifestations and treatment. *Pediatric Dermatology*. 9: 44-48.

**Collingwood, C. A., Tigar, B. J. & Agosti, D.** 1997. Introduced ants in the United Arab Emirates. *Journal of Arid Environments*. 37 (3): 505-512.

**Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras.** 2010. *Estrategia Nacional sobre especies invasoras en México: Prevención, control y erradicación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

**CONABIO.** 2000. *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Fecha de actualización: 10 de diciembre del 2016.

<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/ENBM.html>

**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.

**Davis, L. R., Vander Meer, R. K. & Porter, S. D.** 2001. Red imported fire ants expand their range across the West Indies. *Florida Entomologist*. 84: 735-736.

**Della Lucia, T. M. C. & Araujo, M. S.** 2000. Formigas cortadeiras: Atualidades no combate. En: Zambolim, L. (Ed.). *Manejo integrado – doenças, pragas e plantas daninhas*. Suprema Gráfica, Minas Gerais, Brasil. 26-31 p.

**Della Lucia, T. M. C.** 2003. Hormigas de importancia economica 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.

**De Ulloa, P. C.** 1994. Biología e impacto económico de las hormigas. *Revista Palmas*. 15 (4): 25-30.

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

**Drees, B. M. & Lard, C. F.** 2006. Imported fire ant: economic impacts justifying integrated pest management programs. In: *Proceedings of the XV Congress of the International Union for the Study of Social Insects*. Washington, D. C. 4 p.

**Drees, B. M., Calixto, A. A. & Nester, P. R.** 2013. Integrated pest management concepts for red imported fire ants *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). *Insect science*. 20 (4): 429-438.

**Espadaler, X., Pujade-Villar, J. & Bernadou, A.** 2006. Contribució al coneixement de la taxonomia i la fenologia de les formigues (Hymenoptera: Formicidae) d'Andorra. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*. 74: 81-90.

**Flanders, K. L. & Drees, B. M.** 2004. Management of imported fire ants in cattle production systems. ANR-1248. *Alabama Cooperative Extension System*. Auburn, AL. 8 p.

**Follett, P. A., Porcel, S. & Calcaterra, L. A.** 2016. Effect of Irradiation on Queen Survivorship and Reproduction in the Invasive Fire Ant *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) and a Proposed Phytosanitary Irradiation Treatment for Ants. *Journal of Economic Entomology*. tow207.

**Fontenla, J. L. & Matienzo, Y.** 2011. Hormigas invasoras y vagabundas de Cuba. *Fitosanidad*. 15 (4): 253-259.

**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.

**Gutrich, J. J., VanGelder, E. & Loope, L.** 2007. Potential economic impact of introduction and spread of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*, in Hawaii. *Environmental science & policy*. 10 (7): 685-696.

**Hashimoto, Y. & Valles, S. M.** 2008. Infection characteristics of *Solenopsis invicta* virus 2 in the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 99: 136-140.

**Hedges, S. A.** 1997. Ants. In: Moreland, D. (Ed.). *Handbook of Pest Control*, eighth ed. Mallis Handbook and Technical Training Company, Cleveland, OH. 522-525 p.

**Hedges, S. A.** 1998. *Field Guide for the Management of Structure Infesting Ants*. 2nd ed. Moreland, D. (Ed) Cleveland, Ohio. G. I. E. Publishers. 216 p. ISBN-10: 1883751098.

**Henshaw, M. T., Kunzmann, N., Vanderwoude, C., Sanetra, M. & Crozier, R. H.** 2005. Population genetics and history of the introduced fire ant, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae), in Australia. *Australian Journal of Entomology*. 44 (1): 37-44.

**Hölldobler, B. & Wilson, E. O.** 1990. *The ants*. Cambridge. Belknap/Harvard University Press. 732 p. ISBN 9780674040755

**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.

**Hulme, P. E.** 2015. Invasion pathways at a crossroad: policy and research challenges for managing alien species introductions. *Journal of Applied Ecology*. 52 (6): 1418-1424.

**Jetter, K. M., Hamilton, J. & Klotz, J. H.** 2002. Red imported fire ants threaten agriculture, wildlife and homes. *California Agriculture*. 56 (1): 26-34.

**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](http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=26)

**Kemp, S. F. & DeShazo, R. D.** 1999. Anaphylaxis and anaphylactoid reactions. In: Lockey, R. F. & Bukantz, S. C. (Ed.). *Allergens and allergen immunotherapy*. 2nd ed. Marcel Dekker. New York. 533-555 p.

**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.

**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.

**Lard, C., Willis, D. B., Salin, V. & Robison, S.** 2002. Economic assessments of red imported fire ant on Texas' urban and agricultural sectors. *Southwestern Entomologist*. 123-137.

**Lard, C. F., Schmidt, J., Morris, B., Estes, L., Ryan, C. & Bergquist, D.** 2006. An Economic Impact of Imported Fire Ants in the United States of America. Dept. of Agricultural Economics, Texas A & M University, College Station, TX. 22 p. Fecha de actualización: 01 de diciembre de 2016.

<http://fireantecon.tamu.edu>.

- Lassau, S. A. & Hochuli, D. F.** 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*. 27: 157-64.
- Lin, H. M., Tseng, Y. C., Chen, C. T., Lin, C. C., Lee, Y. T. & Chen, Y. Y.** 2013. Use of Liquid Nitrogen to Treat *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) Nests. *Florida Entomologist*. 96 (3): 871-876.
- Lofgren, C. S., Banks, W. A. & Glancey, B. M.** 1975. Biology and control of imported fire ants. *Annual Review of Entomology*. 20: 1-30.
- 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.
- Londoño, Z. M. E.** 1991. Manejo integrado de plagas. El cultivo del plátano (Musa AAB Simmonds) en el trópico. *Manual de Asistencia Técnica*. (50).
- Londoño, M. E., Pulido, J. I., Garcia, F., de Ploania, I. Z. & Leon, G.** 1991. Manejo integrado de plagas. En: Belacazar, S. L. (Ed.). *El Cultivo del Platano (Musa ABB Simmonds) en el Tropico*. ICA, Colombia. 310-326 p.
- López, J. D.** 1982. Emergence pattern of an overwintering population of *Cardiochiles nigriceps* in central Texas. *Environmental Entomology*. 11: 838-842.
- MacKay, W. P. & Vinson, S. B.** 1989. A guide to species identification of New World Ants (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 16: 1-46.
- MacKay, W. P., Majdi, S., Irving, J., Vinson, S. B. & Messer, C.** 1992. Attraction of ants (Hymenoptera: Formicidae) to electric fields. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 65: 39-43.
- Marcó, M. V. P. & Piña, C. I.** 2008. Hormigas Coloradas (*Solenopsis invicta*; Hymenoptera: Formicidae) en Nidos de Yacaré Overo (Caiman lati-rostris; Crocodylia: Alligatoridae)¿Aleatorio o Elección?. *Temas de la Biodiversidad del Litoral III*. 17: 201-209.
- McGlynn, T. P.** 1999. The worldwide transfer of ants: geographical distribution and ecological invasions. *Journal of Biogeography*. 26: 535-548.
- 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., Porter, S. D., Daniels, E. & Korzukhin, M. D.** 2004. Potential global range expansion of the invasive fire ant, *Solenopsis invicta*. *Biological invasions*. 6 (2): 183-191.
- Na, J. P. S. & Lee, C. Y.** 2001. Identification key to common urban pest ants in Malaysia. *Tropical Biomedicine*. 18: 1-17.
- 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.
- Phillips, S. A. J. & Thorvilson, H. G.** 1993. The red imported fire ant: Prospect for the invasion of Mexico. *Revista Biotam*. 5 (2): 27-28.

**PIAT.** 2017. Red imported fire ant treatment options. Fecha de actualización: 02 de marzo de 2017.

<http://piat.org.nz/getting-rid-of-ants/management-case-studies/red-imported-fire-ant-management-options>.

**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.** 1992. Frequency and distribution of polygyne fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Florida. *Florida Entomologist*. 248-257.

**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.

**Prado, E.** 1991. Artrópodos y enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Boletín Técnico-Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago. No. 169.

**Queensland Government: Department of Primary Industries and Fisheries.** 2007. Fire ants-what's being done?. Fecha de actualización: 08 de noviembre de 2016.

<http://www2.dpi.qld.gov.au/fireants/8063.html>

**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.

**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.

**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.

**SEMARNAT.** 2016. Acuerdo por el que se determinala lista de las especies exóticas invasoras para México. Archivo Regulación. Fecha de actualización: 10 de febrero de 2017.

[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016)

**Shattuck, S. O., Porter, S. D. & Wojcik, D. P.** 1999. "*Solenopsis invicta* Buren, 1972 (Insecta, Hymenoptera): proposed conservation of specific name". *Bulletin of Zoological Nomenclature*. 56 (1): 27-30.

**Stimac, J. L., Pereira, R. M., Alves, S. B. & Wood, L. A.** 1993. *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycetes) applied to laboratory colonies of *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) in soil. *Journal of Economic Entomology*. 86 (2): 348-352.

**Summerlin, J. W. & Green, L. R.** 1977. Red imported fire ant: a review on invasion, distribution, and control in Texas. *Southwestern Entomologist*. 2: 94-101.

**Swanson, G. P. & Leveque, J. A.** 1990. Nephrotic syndrome associated with ant bite. *Texas Medicine*. 86: 39-41.

**Texas imported fire ant Research and Management Project.** 2016. Fecha de actualización: 21 de febrero de 2017.

<http://fireant.tamu.edu/>

**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*. 141-198.

**Tschinkel, W. R.** 1993. Sociometry and sociogenesis of colonies of the fire ant *Solenopsis invicta* during one annual cycle. *Ecological Monographs*. 63 (4): 425-457.

**Tschinkel, W. R.** 2006. *The fire ants*. Cambridge, Massachusetts. The Belknap Press of Harvard University Press. 747 p. ISBN: 9780674072404

**Valles, S. M. & Strong, C. A.** 2005. *Solenopsis invicta* virus-1A (SINV-1A): Distinct species or genotype of SINV-1? *Journal of Invertebrate Pathology*. 88, 232-237.

**Valles, S. M. & Hashimoto, Y.** 2009. Isolation and characterization of *Solenopsis invicta* virus 3, a new positive-strand RNA virus infecting the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*. *Virology*. 388: 354-361.

**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.

**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 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.

**Wetterer, J. K. & Snelling, R.** 2006. The Red Imported Fire Ant, *Solenopsis invicta*, in the Virgin Islands (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologic*. 89: 431-434.

**Williams, D. F., Oi, D. H. & Knue, G. J.** 1999. Infection of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) colonies with the entomopathogen *Thelohania solenopsae* (Microsporidia: Thelohaniidae). *Journal of Economic Entomology*. 92: 830- 836.

**Williams, D. F., Oi, D. H., Porter, S. D., Pereira, R. M. & Briano, J. A.** 2003. Biological control of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae). *American Entomologist*. 49: 150-163.

**Yu-Tzu, C.** 2004. Agencies will collaborate to control outside species. Taipei Times. Taipei, Taiwan. 2 p.

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

## *Linepithema humile*

### 1.Ámbito del AR (campo de aplicación del análisis de riesgo)

Esta hormiga es originaria de Sudamérica 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 unicoloniales, 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 la todo el territorio nacional.

## 2. Introducción

### a. Taxonomía/especies

**Orden:** Hymenoptera, **Familia:** Formicidae, **Subfamilia:** Dolichoderinae, **Tribu:** Dolichoderini, **Género:** *Linepithema*, **Especie:** *Linepithema humile* Mayr, 1868, Hormiga argentina.

#### Historia taxonómica

Historia taxonómica realizada a partir de la revisión taxonómica del género *Linepithema* por Wild (2007).

*Hypoclinea humilis* Mayr 1868. Descripción de una obrera. *Iridomyrmex humilis* (Mayr); Emery 1888. Primera combinación en *Iridomyrmex*. *Iridomyrmex humilis* (Mayr); Wheeler, 1913. Descripción de macho y reina, re-descripción del trabajador. *Iridomyrmex humilis* (Mayr); Newell y Barber, 1913. *Iridomyrmex humilis* variedad arrogans, Chopard, 1921. Syn. Nov. Sinónimo menor de *I. humilis* por Bernard 1967. Restaurada a las subespecies de *L. humile* por Shattuck, 1992. *Iridomyrmex riograndensis* Borgmeier 1928, Syn. Nov. *Iridomyrmex humilis* (Mayr); Wheeler y Wheeler, 1951. Resumen de la biología larval. *Linepithema riograndense* (Borgmeier); Shattuck 1992. *Linepithema humile* (Mayr); Shattuck 1992: Primera combinación en *Linepithema*.

### b. Descripción

**Obreras:** son hormigas de tamaño pequeño, miden entre 2.2 y 2.8 mm y son de color marrón. La superficie del cuerpo es lisa, brillante y presenta algunos pelos en el dorso, cabeza y tórax (Holway *et al.*, 2002). El abdomen se puede distender para almacenar líquido, en este estado tiene una apariencia color miel (Angulo *et al.*, 2003). En la punta del abdomen no posee aguijón, en su lugar se puede apreciar una hendidura cloacal en forma de ranura, no franqueada por setas.



Las mandíbulas poseen más de 5 dientes, con dentecillos entre ellos sin pelos curvos en el clípeo, aunque usualmente hay algunos pelos rectos (Fig. 13) (Mackay & Mackay, 1989). El clípeo se introduce entre las aristas frontales superando los lóbulos frontales y las inserciones de las antenas. El borde posterior del clípeo es recto y en su zona anterior su borde es también recto, sin presentar ningún tipo de incisión. El perfil del tórax es también muy típico, con el propodeo elevándose ligeramente sobre el mesonoto hasta la altura del pronoto y el mesonoto (Fig. 14) (Gómez y Olivera, 2003). Pecíolo agudo e inclinado hacia delante, en vista lateral. Cuerpo y apéndices de un color rojizo o amarillento (Fig. 15) (Wild, 2004).



**Figura 13.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Linepithema humile* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

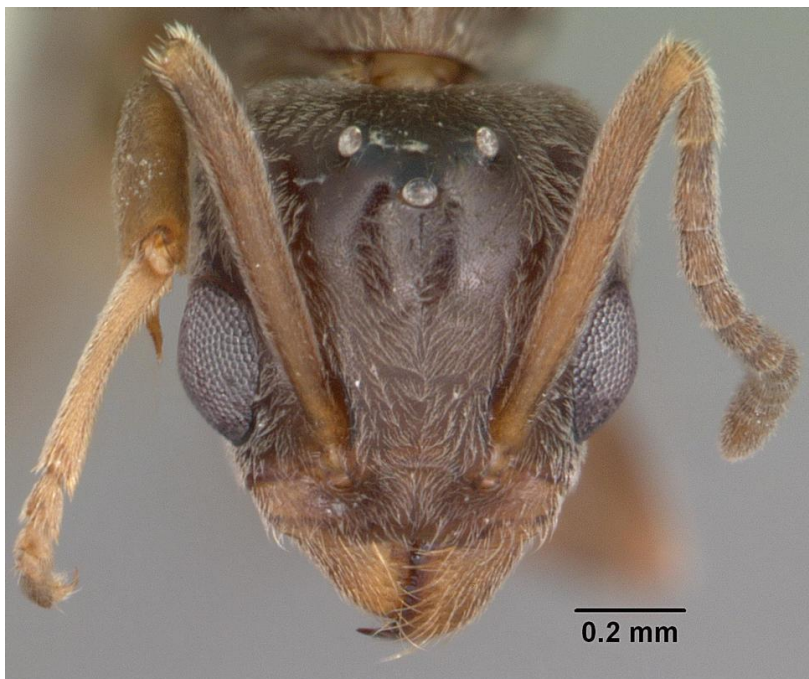


**Figura 14.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Linepithema humile* en vista lateral. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

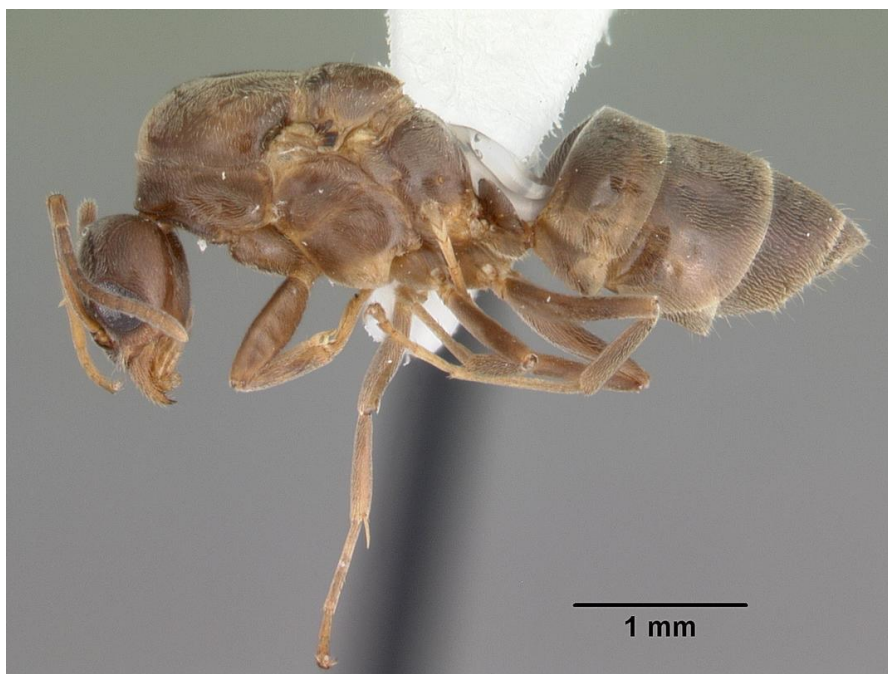


**Figura 15.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Linepithema humile* en vista dorsal. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

Reinas: las reinas son de mayor tamaño que las obreras, miden entre 4 y 6 mm (Angulo *et al.*, 2007), presentan el tórax típico de las reinas con la zona del escudo y escudete claramente marcadas, así como las inserciones alares (Fig. 16 y 17). Se puede observar una pubescencia fina y tupida en todo el cuerpo excepto en algunas partes de la cabeza (Fig. 18), Las reinas vírgenes tienen alas (Newell & Barber, 1913).



**Figura 16.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Linepithema humile* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 17.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Linepithema humile* en vista lateral. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 18.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Linepithema humile* en vista dorsal. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

Machos: son pequeños, miden de 2.2 a 8-3 mm de largo, poseen alas, su color es marrón oscuro y tienen un tórax muy robusto y elíptico, más ancho que la cabeza (Barber, 1916).

#### **c. Biología e historia natural**

Alimentación: *Linepithema humile* es una especie generalista que se alimenta tanto de insectos como de melaza producida por diferentes homópteros y, ocasionalmente de néctar de flores. Cuando una obrera ubica una fuente de alimento avisa a las demás



obreras del nido por medio de una pista que realiza con feromonas (Angulo, *et al.*, 2007). Las hormigas argentinas encuentran la comida más rápido y reclutan para conseguir alimento en un número más alto que las hormigas nativas (Holway, 1999).

Reproducción: en la época de apareamiento las reinas y machos alados salen de los nidos y se reúnen en grandes enjambres donde se aparean. Tras el apareamiento los machos mueren y las reinas fecundadas buscan un lugar adecuado para la fundación de un nuevo nido (Arcila *et al.*, 2002).

Adaptación a ambientes perturbados: la alteración del hábitat beneficia a esta especie. Puede tener colonias dentro de las viviendas urbanas (Strauss, 1998).

#### **d. Comportamiento colonial/conducta**

Las sociedades de *L. humile* son poligínicas, es decir tienen muchas reinas por colonia. Las colonias se producen por fisión colonial: obreras y algunas reinas se marchan e instalan en otro lugar. Las reinas necesitan muy pocas obreras para establecer un nido con éxito, los propágulos con un número tan bajo como 10 obreras pueden crecer rápidamente. En los sitios en los que invade, las obreras se movilizan entre los distintos nidos manteniendo la comunicación entre ellos y con la colonia de origen. A este comportamiento se le denomina unicolonialidad. Estas unicolonias se pueden extender por miles de kilómetros, como es el caso de las llamadas supercolonias reportadas en California, Europa meridional y Chile (Angulo *et al.*, 2007). En Nueva Zelanda por ejemplo, las supercolonias abarcan por lo menos 700 km (Corin *et al.*, 2007) y la principal supercolonia europea se extiende por más de 4000 km, A través de España, Portugal, Francia e Italia (Giraud *et al.*, 2002).

#### **e. Estatus**

##### a. Reportes como especie invasora en el país

En México *L. humile* está reportada para la zona norte, centro y sur del país (Vásquez-Bolaños, 2015; AntMaps, 2016). Krauss en 1965 realizó el primer reporte en la Ciudad de México (Wetterer *et al.*, 2009), probablemente este propágulo entró en transportes de carga con productos del extranjero. Quiroz-Robledo y Valenzuela-González en 1993 publicaron un registro de esta hormiga para el estado de Hidalgo, una década después López-Moreno y colaboradores la registraron en el estado de Veracruz. Durante el 2004 Wild realizó una revisión del material colectado a lo largo de la distribución global del género, en su trabajo reporta a especímenes de “la hormiga argentina” colectados en la Ciudad de México y Baja California. Después en 2010 Longino identificó a *L. humile* en San Cristóbal de las Casas, Chiapas (AntMaps, 2016). Recientemente, Castaño-Meneses (2012) encontró a esta hormiga asociada al suelo de manglar en Xcalak, Quintana Roo, México. La introducción de esta hormiga no se tiene muy clara, sin embargo es posible que haya entrado al país mediante el comercio humano para después dispersarse de manera natural.

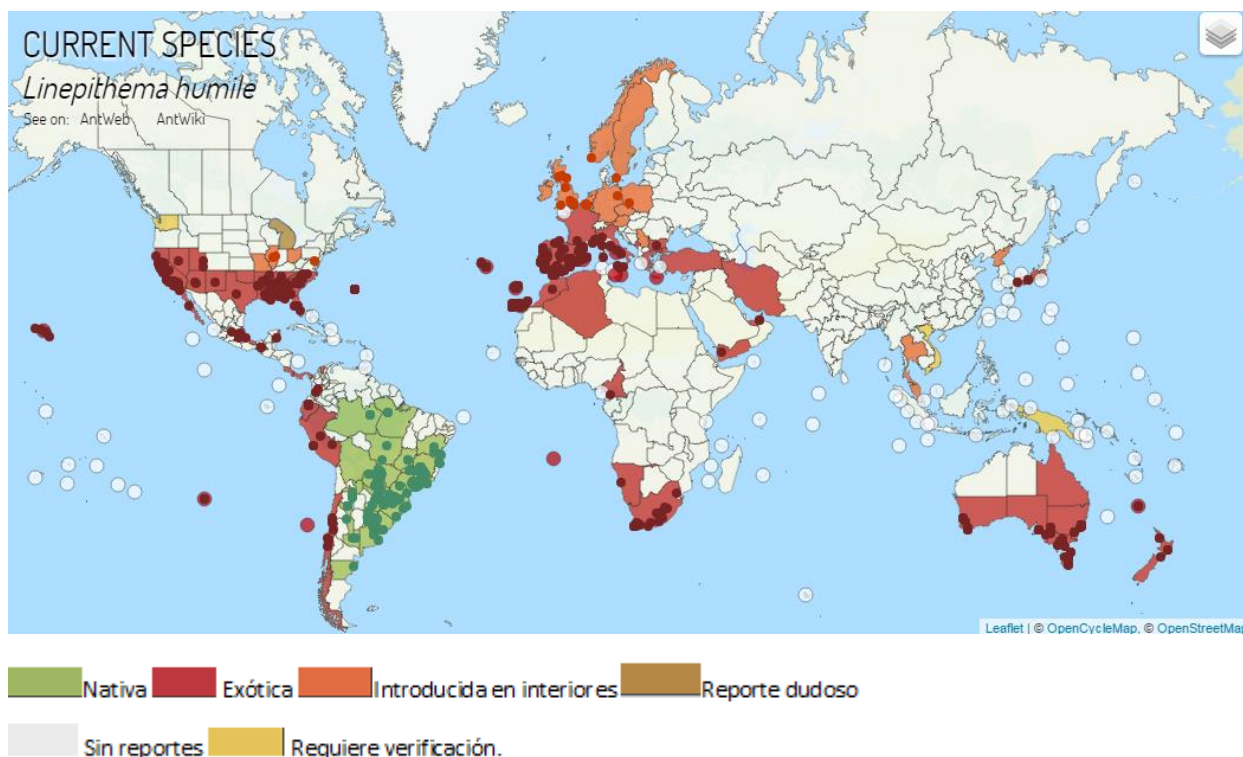
##### b. Reporte como especie invasora en otros países

Esta especie ha sido introducida de manera inadvertida a través del comercio internacional para muchos países como África del Sur, Australia, los EE.UU., Europa, Nueva Zelanda, Hawái, Japón y diversas islas oceánicas (Giraud *et al.*, 2002; Roura-Pascual *et al.*, 2004; MacGown & Whitehouse, 2008; Wetterer *et al.*, 2009). Todas estas áreas

presentan un clima mediterráneo que parece ser especialmente susceptible a las invasiones biológicas (Carpintero *et al.*, 2003).

### **3 Distribución/origen de *Linepithema humile***

*L. humile* es originaria de Sudamérica y ha sido transportada accidentalmente a otras partes del mundo gracias al comercio (Fig. 19) (Martínez *et al.*, 1997). A continuación se mencionan los lugares de distribución de “la hormiga argentina”: En la Región Afrotropical se encuentra presente en Camerún, Lesotho, Namibia, Santa Helena y Sudáfrica, para la Región Australasia esta reportada en el Territorio de la Capital Australiana, Nueva Gales del Sur, Nueva Zelanda, Isla Norfolk, Australia Meridional, Tasmania, Vanuatu, Victoria y Oeste de Australia. En la Región Neártica está distribuida en Alabama, Arizona, Arkansas, California, Florida, Georgia, Luisiana, Misisipí, Nuevo México, Carolina del Norte, Ohio, Carolina del Sur, Tennessee, Texas y Utah, para el Neotrópico se encuentra registrada en Argentina, Bermudas, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana Francesa, Mato Grosso, Mato Grosso del Sur, Paraguay, Perú y Uruguay. En Oceanía se ha dispersado en Hawái. Por último en la Región Paleártica se distribuye en Alicante, Austria, Baja California, Islas Baleares, Bélgica, Islas Caimán, Creta, Gibraltar, Irán, Italia, Japón, Macaronesia, Malta Marruecos, Mónaco, Montenegro, Noruega Polonia Portugal, Emiratos Árabes Unidos y Reino Unido.



\*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 19.** Registros de distribución mundial de *Linepithema humile* (antmaps.org, 2016; <http://antmaps.org/?mode=species&species=Linepithema.humile>).

### 3.1 Rutas de introducción

#### a. En el mundo

Es una especie nativa de Sudamérica y fue introducida accidentalmente gracias al comercio a otras partes del planeta, incluyendo los Estados Unidos, Europa (Martínez *et al.*, 1997), Suráfrica, Australia y varias islas oceánicas (Passera, 1994; Holway & Suárez, 1999; Suárez *et al.*, 2001; Wild, 2007).

**Liberación:** *L. humile* no ha sido introducida de manera deliberada por el ser humano y tampoco se tiene información sobre esta especie en control biológico.

**Transporte de contaminantes:** ha entrado a diversos países mediante el transporte humano (barcos, aviones), puede esconderse dentro de materiales, productos, suelo, plantas, etc. (García & Iñigo, 2014). El tamaño de propágulo es pequeño, con solo 10 obreras y una reina pueden fundar un nuevo nido, esta característica hace que su dispersión mediante el comercio humano sea su principal forma de introducción (Suárez *et al.*, 2001; Ward *et al.*, 2005).

**Transporte como vector:** el transporte pasivo de esta especie puede ocurrir accidentalmente en aviones o transporte terrestre en equipaje de humanos.

**Sin ayuda:** las colonias se reproducen por gemación, esto quiere decir que una o varias reinas junto con un grupo de obreras se marchan e instalan en otro lugar, formando un nuevo nido, sin embargo cada nido es una subunidad de una estructura más grande



(Traniello & Levings, 1986). De esta manera pueden avanzar algunos metros hacia las zonas no invadidas, generalmente se pueden mover 11 metros en un mes durante verano e invierno (Heller & Gordon, 2006), en California esta reportada una tasa de propagación de 0 - 50 m, con propagación ocasional de hasta 200 m por año (Holway, 1998; DiGirolamo & Fox, 2006). Es importante mencionar que en esta especie las reinas son fecundadas dentro del nido, por esta razón no realizan el vuelo nupcial.

#### **b. En México**

Transporte de contaminantes: en transporte de carga pueden trasladarse los propágulos de *L. humile* especialmente de productos provenientes del extranjero. El primer registro de esta hormiga en territorio nacional, fue en la ciudad de México, que tiene los mayores centros comerciales de víveres provenientes de diferentes zonas nacionales e internacionales, esta es una entrada muy factible para las especies invasoras.

Transporte como vector: las colonias pueden ser transportadas inadvertidamente en equipaje de viajeros, en plantas de ornato y semillas (Wetterer *et al.*, 2009).

Sin ayuda: La “hormiga argentina” se dispersa de forma natural por fisión por gemación o fisión colonial, es decir un grupo de obreras y una o varias reinas salen de la colonia de origen para fundar un nuevo nido, en este caso no es necesario el vuelo nupcial porque las hembras fértiles son fecundadas dentro del nido. En México actualmente solo se tienen registros de *L. humile* en diversos estados sin embargo no existen estudios sobre la dispersión natural secundaria de esta especie en el país. Se requieren análisis del avance de la “hormiga argentina” en México, tomando en cuenta que estas hormigas pueden avanzar 11 metros en promedio por mes en verano e invierno (Heller & Gordon, 2006) y que el país tiene el clima propicio para su reproducción.

### **4. Potencial de establecimiento y colonización**

#### **a. Potencial de colonización**

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), las colonias 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).

#### **b. Potencial de dispersión**

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. 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). El resultado de la

presencia de esta hormiga son: reducciones drásticas en las poblaciones de especies nativas.

#### **c. Factores que favorecen su establecimiento y dispersión**

Son diversos los factores que hacen posible el establecimiento y dispersión de *L. humile*, a continuación se enlistan los más destacables (Casellas, 2004; Angulo *et al.*, 2007):

- Poder de autodispersión (reproducción por gemación)
- Dispersión accidental por el hombre
- Varías reinas en un mismo nido
- alto número de obreras
- unicolonialidad
- poca o nula agresión a individuos de la misma especie de otra colonia

#### **d. Historia de introducción en México**

La hormiga argentina ha sido ampliamente distribuida con el comercio, se reconoce como una plaga importante en Estados Unidos, Europa, Sudáfrica, Parte de Australia y Hawái (Cuezzo, 2003). En Estados Unidos esta reportada en estados fronterizos con el norte de México: California, Arizona y Texas (AntWeb, 2016). En California, se colectó por primera vez en 1905 (Woglum & Borden, 1921) y en el último siglo, ha invadido grandes extensiones de esta área (Human & Gordon 1996; Suárez *et al.* 1998). Debido a que *L. humile* ha invadido zonas fronterizas de Estados Unidos con México, es posible que la dispersión se haya logrado gracias a la cercanía con los lugares invadidos, también por medio del comercio internacional y por autodispersión natural secundaria por medio de propágulos (grupo pequeño de obreras y reina).

### **5. Evidencias de impactos**

#### **i. Impactos a la salud en el ser humano**

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* y *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).

#### **ii. Impactos ambientales y a la biodiversidad**

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 la semillas de dicha

especie (Gómez *et al.*, 2003). Otro ejemplo de los graves daños causados por la presencia de *L. humile* 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 (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).

### iii. Impactos a actividades productivas

*L. humile* ocasiona severos daños indirectos en los cultivos, debido a que se alimenta de la melaza secretada por diferentes “homópteros” que son plagas nocivas para las diversas plantaciones. “La hormiga argentina” protege a dichos insectos de los enemigos naturales, a cambio de la melaza, esta relación mutualista interfiere en el control biológico de las plagas (Angulo *et al.*, 2007). Por ejemplo en cítricos y viñedos de California se tienen reportes de la eliminación de parásitos y depredadores de homópteros por parte de *L. humile*, (Phillips & Sherk, 1991). Se trata de una especie eficaz en el cuidado y protección de pulgones, pues ataca y desplaza a los estados inmaduros de neurópteros y de sírfidos (Bristow, 1991). Algunos de los “homópteros” que tienen una relación mutualista con esta hormiga son los siguientes; *Aphis helianthemii*, *Aphis nasturtii*, *Aphis pilosellae*, *Aphis pomi*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Melanaphis bambusae* y *Rhopalosiphum padi* (Suay-Cano *et al.*, 2002).

### iv. Impactos económicos

*L. humile* se comporta como plaga agrícola, plaga doméstica y problema sanitario. En los tres casos existen afectaciones económicas tanto por la pérdida de productos agrícolas, gastos en químicos para su control y gastos médicos para la población (Carpintero, 2001). También se han reportado daños a la infraestructura de construcciones humanas (Gómez & Oliveras, 2003; Touyama *et al.*, 2003) así como destrucción de sistemas de riego agrícola (Chang y Ota, 1990) y el robo de colmenas de abeja y depredación de abejas, lo que afecta en la producción de miel en las industrias (Vega & Rust, 2001).

### v. Otros impactos

Afectaciones en la industria avícola por el estrés generado a los pollos y muerte de crías (Davis *et al.*, 1993).

## 6. Control y mitigación

Las medidas para limitar su invasión, incluyen: evitar en lo posible la introducción, detección oportuna de áreas infestadas; planear y realizar programas de erradicación o de control (Macdonald, 1990; Carpintero, 2001). Las estrategias que se han puesto en marcha para el control de *L. humile* incluyen métodos químicos y control biológico (Harris, 2002). Hoy en día se prefiere un control integrado, que combine técnicas biológicas y químicas teniendo en cuenta el medio ambiente (Vander Meer *et al.*, 1990)

### Tipos de estrategias

Control químico: Para su control se recomienda realizar barreras residuales externas e internas aplicando suspensiones concentradas a base de piretroides y la utilización de cebos en gel para lograr la eliminación de crías, obreras y reinas, esto sucede debido al mecanismo de alimentación por trofalaxis. También se pueden utilizar productos a base de Ácido bórico y fipronil (Reiersen *et al.*, 1998).

Un protocolo de manejo recomendado para la eliminación de grandes infestaciones de *L. humile* es el siguiente: una solución acuosa de 25% de sacarosa y 6 ppm de tiametoxam (Syngenta CropProtection) mezclada con perlas de poliacrilamida hidratante (1 cm de diámetro, JRM Chemical ©) que retienen el tóxico en forma líquida (Rust *et al.*, 2015). Estas perlas ya tratadas se deben dispersar de manera que se ubiquen a una distancia de separación de 0.5 m. entre una y otra. Los intervalos de aplicación deben de ser de 3 semanas, completando 14 aplicaciones en un año (Boser *et al.*, 2017). Para evaluar el efecto del tratamiento sobre la actividad de *L. humile*, se debe realizar una valoración post-tratamiento que consiste en un monitoreo de baja intensidad. Esta evaluación esta específicamente diseñada para revelar la abundancia de esta hormiga después de un año de tratamiento. Para dicha actividad se requiere realizar un monitoreo antes de la aplicación y un año después de la primera aplicación. La detección de hormigas se logrará utilizando los siguientes métodos: cebos que consisten en una bola de algodón empapada con una solución de sacarosa al 25% y la búsqueda de hormigas sobre la vegetación y el suelo a lo largo de transectos de 10 metros en el área de monitoreo (Boser *et al.*, 2017). Este tratamiento es un instrumento para lograr la eliminación de grandes infestaciones de *L. humile*, sin embargo se debe tener en cuenta el costo del programa es de aproximadamente \$28,000 pesos por hectárea (Rust *et al.*, 2015).

Control biológico: se están realizando estudios de los predadores, parásitos y patógenos de *L. humile*. Por ejemplo se han examinado los efectos de la mosca parasitoide del género *Pseudacteon* en el comportamiento de forrajeo en esta hormiga dentro de su área de distribución nativa (Orr & Seike, 1998).

## 7. Normatividad

### a. Nacional:

Diversas instituciones del país trabajan para atender el tema de especies introducidas en México, SAGARPA y SEMARNAT son las dependencias de gobierno federal más importantes, cuyas atribuciones se relacionan con la gestión de las especies exóticas invasoras. El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica) derivado de SAGARPA, es la entidad facultada para detectar, controlar y en algunos casos erradicar especies invasoras (Aguirre Muñoz & Mendoza Alfaro *et al.*, 2009). Actualmente se están realizando acciones para la prevención, control y erradicación de especies invasoras. **La Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: Prevención, control y erradicación (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010)** es una pauta para dirigir las acciones en México, implementando una estrategia en la se establecen diferentes actividades enfocadas a desarrollar experiencias prácticas y replicables a distintos niveles de gobierno y entre diferentes sectores para el manejo de

las especies invasoras. Los objetivos primordiales de la estrategia son: prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras, establecer programas de control y erradicación de poblaciones de especies invasoras así como informar oportunamente a la sociedad para que tome responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de especies invasoras (CONABIO, 2000; Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). Actualmente la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó el "**acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México**" con el objetivo de conservar la biodiversidad y lograr la sustentabilidad ambiental, es importante mencionar que entró en vigor el 07 de diciembre del 2016 (SEMARNAT, 2016). En este listado se consideran 4 especies de la Familia Formicidae, entre ellas se encuentra *L. humile*, dicho acuerdo es fundamental para el control y prevención de "la hormiga argentina" en territorio mexicano.

#### **b. Internacional**

Existen diversos instrumentos internacionales que abordan de manera importante el tema de las especies exóticas y de las especies invasoras, que son jurídicamente vinculantes para muchos países, entre estos instrumentos se pueden mencionar;

- El Comité Trilateral para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre y los Ecosistemas, que se formó en 1996 entre las dependencias de vida silvestre y otras de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México, proyecta y soluciona mediante mecanismos de colaboración aspectos operativos con importancia para los tres países. En 2008, se integró el tema de especies invasoras a las discusiones de dicho comité (Ortiz-Monasterio, 2014).
- Diversos países europeos están legislando para el control y erradicación de especies invasoras, por ejemplo en España cuentan con el Catalogo Español de Especies Exóticas Invasoras en el que se incluyen todas aquellas especies exóticas invasoras que puedan llegar a constituir una amenaza grave para las especies nativas, los ecosistemas, la agricultura, o para los recursos económicos asociados al uso del patrimonio natural de España (BOE, 2013).
- Actualmente se realiza el Plan Estratégico Manejo de Hormigas Invasoras en Galápagos, desarrollado durante 2012 con la colaboración de la Agencia de Bioseguridad de Galápagos, cuyo objetivo es manejar efectivamente especies de hormigas invasoras de alto impacto en las Islas Galápagos (Causton *et al.*, 2012).
- La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) es una organización internacional creada por Canadá, Estados Unidos y México que fue creada en 1994 para ayudar a prevenir posibles controversias entre comercio y medio ambiente y promover la aplicación efectiva de la legislación ambiental (Arroyo-Picard, 2001).

## **8. Resultados del Análisis de riesgo**

**Especie:** *Linepithema humile*

**Estatus:** Especie de alto riesgo

## 9. Resumen y conclusiones

*Linepithema humile* (Mayr) 1868, es una de las especies invasoras más exitosas en el planeta. Esta hormiga nativa de Sudamérica se ha convertido en una plaga, especialmente en las zonas con climas mediterráneo que parece ser especialmente susceptible a las invasiones biológicas (Suárez *et al.*, 2001; Carpintero *et al.*, 2003).

Esta hormiga puede representar un riesgo alto para México, debido a sus características ecológicas, por lo que a continuación se emiten las siguientes recomendaciones para el manejo de esta especie:

- Identificación correcta de la especie. Es crucial para el éxito de cualquier programa de manejo. Para el logro de esta tarea, se pueden realizar cursos de identificación de hormigas para el personal que se encuentre en puntos críticos de introducción.
- Preparar folletos sobre el manejo de *L. humile* en sectores rurales y urbanos.
- Capacitación de agricultores en métodos para el manejo de hormigas así como entrega de material con información sobre la amenaza que representa esta hormiga para México y características básicas para la identificación en campo de *L. humile*.
- Diseño de un programa de control para los sitios de anidación, estructurado de acuerdo al manejo integrado de plagas.
- Para confirmar el éxito de cualquier programa de control es importante efectuar recolectas frecuentes e intensivas utilizando cebos a base de proteínas y carbohidratos que atraen a la especie. En base a los registros de *L. humile* en México y Estados Unidos (Fig. 20), se recomienda realizar un monitoreo extenso para la parte sur y centro de México, incluyendo los siguientes estados; Yucatán, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Chiapas, Puebla y Ciudad de México, así como un estudio para la detección de esta especie en la frontera Norte, teniendo en cuenta los siguientes estados: Baja California, Chihuahua, Coahuila y Tamaulipas. Es necesario tener una mayor atención en zonas de pastizales, cultivadas y urbanas debido a que las hormigas invasoras se adaptan mejor a este tipo de ambientes.



**Figura 20.** Registros de *Linepithema humile* en territorio mexicano y frontera con Estados Unidos (antmaps.org; <http://www.antmaps.org/?mode=species&species=Linepithema.humile>).



- Minimizar áreas perturbadas, evitando nuevos caminos dentro de las zonas conservadas, porque los ambientes antropizados favorecen la dispersión de esta hormiga.
- Realizar estudios sobre la dispersión y distribución actual de “la hormiga argentina” en México.

## Referencias bibliográficas

Aguirre-Muñoz, A., Mendoza-Alfaro, R., Ponce-Bernal, H. A., Arriaga-Cabrera, L., Campos-González, E., Contreras-Balderas, S., Elías-Gutiérrez, S., Espinosa-García, F. J., Fernández-Salas, I., Galaviz-Silva, L., García-de León, F. J., Lazcano-Villareal, D., Martínez-Jiménez, M., Meave-del Castillo, M. E., Medellín, R. A., Naranjo-García, E., Olivera-Carrasco, M. T., Pérez-Sandi, M., Rodríguez-Almaraz, G., Salgado-Maldonado, G., Samaniego-Herrera, A., Suárez-Morales, E., Vibrans, H. & Zertuche-González, J. A. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: Dirzo, R., González, R. & Marc I. J. (Eds.). *Capital Natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, D. F., México. 277-318 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): 1-12.

Angulo, E., Boulay, R., Rodrigo, A., Retana, J. & Cerdá, X. 2003. 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.). *Investigación en Parques Nacionales: 2003–2006*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 161-179 p.

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.

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

<https://www.antweb.org/description.do?rank=speciesHYPERLINK>

["https://www.antweb.org/description.do?rank=species&genus=linepithema&name=humile"&HYPERLINK](https://www.antweb.org/description.do?rank=species&genus=linepithema&name=humile)

["https://www.antweb.org/description.do?rank=species&genus=linepithema&name=humile"genus=linepithemaHYPERLINK](https://www.antweb.org/description.do?rank=species&genus=linepithema&name=humile)

["https://www.antweb.org/description.do?rank=species&genus=linepithema&name=humile"&HYPERLINK](https://www.antweb.org/description.do?rank=species&genus=linepithema&name=humile)

["https://www.antweb.org/description.do?rank=species&genus=linepithema&name=humile"name=humile](https://www.antweb.org/description.do?rank=species&genus=linepithema&name=humile)

Arroyo-Picard, A. 2001. Resultados del Tratado de Libre Comercio de América del Norte en México: Lecciones para la negociación del Acuerdo de Libre Comercio de las Américas, Red Mexicana de Acción Frente al Libre Comercio/Oxfam Internacional, México. Fecha de actualización: 07 de noviembre 2016.

<http://www.rmalc.org/historico/documentos/tlcan-7%20aos2.pdf>

- Barber, E. R.** 1916. The Argentine Ant: Distribution and Control in the United States. Bulletin United States Department of Agriculture. Washington, D.C. 23 p.
- Bernard, F.** 1967. *Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen. 3. Les fourmis (Hymenoptera Formicidae) d'Europe occidentale et septentrionale*. Masson, Paris, France.
- BOE-Boletín Oficial Del Estado.** 2013. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. BOE 185 (3 de agosto de 2013, Sec. I: 56764–56786).
- Boser, C. L., Hanna, C., Holway, D. A., Faulkner, K. R., Naughton, I., Merrill, K., Randall, J. M., Cory, C., Choe, D. H. & Morrison, S. A.** 2017. Protocols for Argentine ant eradication in conservation areas. *Journal of Applied Entomology*. doi: 10.1111/jen.12372.
- Bristow, C. M.** 1991. Are ant-aphid associations a tritrophic interaction? Olenader aphids and Argentine ants. *Oecologia*. 87: 514-521.
- 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.** 2003. Impact of human dwellings on the distribution of the Argentine ant: a case study in the Doñana National Park, Spain. *Biological Conservation*. 115: 279-289.
- Casellas, D.** 2004. Tasa de expansión de la hormiga argentina, *Linepithema humile* (Mayr 1868), (Hymenoptera, Dolichoderine) en un area mediterranea. *Boletin de la Asociacion Española de Entomología*. 28: 207-216.
- Castaño-Meneses, G.** 2012. First records of ants (Hymenoptera: Formicidae) from white mangrove (*Laguncaria racemosa*) soils in Xcalak, Quintana Roo, México. *Dugesiana*. 19 (2): 113-116.
- Causton, C. E., Sevilla, C., Cabrera W., Carrión A. & Carrión, V.** 2012. Plan Estratégico Manejo Hormigas Invasoras Galápagos, reporte técnico. Fundación Charles Darwin, Dirección Parque Nacional Galápagos, Island Conservation. 20 p.
- Chang, V. & Otta, A. K.** 1990. Ant control in Hawaiian drip irrigation systems. In: Vander Meer, R. K., Jaffe, K. & Cedeno, A. (Eds.). *Applied Myrmecology-A World Perspective*. Westview Press, Boulder, CO. 708-715 p.
- Chapman, R. E. & Bourke, A. F. G.** 2001. The influence of sociality on the conservation biology of social insects. *Ecology letters*. 4: 650-662.
- Chopard, L.** 1921. La fourmi d'Argentine *Iridomyrmex humilis* var. *arrogans* Santschi dans le midi de la France. *Annales des Epiphyties*. 7: 237-265.
- 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.

**CONABIO.** 2000. *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Fecha de actualización: 12 de diciembre de 2016.

<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/ENBM.html>

**Corin, S. E., Abbott, K. L., Ritchie, P. A. & Lester, P. J.** 2007. Large scale unicoloniality: the population and colony structure of the invasive Argentine ant (*Linepithema humile*) in New Zealand. *Insectes Sociaux*. 54 (3): 275-282.

**Cuezzo, F.** 2003. Subfamilia Dolichoderinae. In: Fernández F. (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexandre von Humboldt. Bogotá, Colombia. 424 p.

**Davis, P. R., Van Schagen, J. J., Widmer, M. A. & Craven, T. J.** 1993. A review of Argentine ant research in Western Australia particularly for the period 1989 to 1993. Perth, Australia. *Agriculture Protection Board of Western Australia*. 1-95.

**DiGirolamo, L. A. & Fox, L. R.** 2006. The influence of abiotic factors and temporal variation on local invasion patterns of the Argentine ant (*Linepithema humile*). *Biological Invasions*. 8: 125-135.

**García, L. M. G. & Iñigo, I. L.** 2014. Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras: 10 respuestas a 10 dudas. *Quercus*. (345): 40-47.

**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: 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.

**Harris, R. J.** 2002. Potential impact of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in New Zealand and options for its control. *Science for Conservation*. 196-36.

**Heller, N. E. & Gordon, D. M.** 2006. Seasonal spatial dynamics and causes of nest movement in colonies of the invasive Argentine ant (*Linepithema humile*). *Ecological Entomology*. 31 (5): 499-510.

**Holway, D. A.** 1998. Factors governing rate of invasion: a natural experiment using Argentine ants. *Oecologia*. 115: 206-212.

**Holway, D. A.** 1999. Competitive mechanisms underlying the displacement of native ants by the invasive Argentine ant. *Ecology*. 80: 238-251.

**Holway, D. A. & Suárez A. V.** 1999. Animal behavior: an essential component of invasion biology. *Trends in Ecology & Evolution*. 14: 328-330.

**Holway, D. A., Suárez, A. V. & Case, T. J.** 2002. Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasions: a test with Argentine ants. *Ecology*. 83: 1610-1619.

**Holway, D. A.** 2005. Edge effects of an invasive species across a natural ecological boundary. *Biological Conservation*. 121: 561-567.

**Human, K. G. & Gordon, D. M.** 1996. Exploitation and interference competition between the invasive Argentine ant, *Linepithema humile*, and native ant species. *Oecologia*. 105: 405-412.

**Ipíñza-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.

**Ipíñza-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.

**Krushelnysky, P., Haines, W., Loope, L. & Van Gelder, E.** 2011. The Haleakala Argentine ant project: a synthesis of past research and prospects for the future. Pacific Cooperative Studies Unit Technical Report 173, University of Hawai'i at Manoa, Department of Botany, Honolulu, HI. 127 p.

**López-Moreno, I. R., Díaz-Betancourt, M. E. & Suárez-Landa, T.** 2003. Insectos sociales en ambientes antropizados: Las hormigas de la ciudad de Coatepec, Veracruz, México. *Sociobiology*. 42 (3): 604-622.

**Macdonald, I. A. W.** 1990. Strategies for limiting the invasion of protected areas by introduced organisms. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*. 32: 89-199.

**MacGown, J. A. & Whitehouse, R. J.** 2008. Ants (Formicidae) of the Southeastern United States. Fecha de actualización: 11 de octubre de 2016.

<http://mississippientomologicalmuseum.org.msstate.edu/Researchtaxapages/Formicidae/pages/genericpages/Line.humile.htm>

**Mackay, W. P. & Mackay, E. E.** 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). En: *II Simposio Nacional de Insectos Sociales. Memorial*. Oaxtepec. Morelos. 1-82 p.

**Martínez, M. D., Ornos C. & Gamarra, P.** 1997. *Linepithema humile* (Mayr, 1868) (Hymenoptera: Formicidae) en las viviendas de Madrid. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*. 21: 275-276.

**Mayol, J., Moragues, E., Foresa, V., Oliver, J. & Ramos, I.** 2007. Las bioinvasiones en las islas: de la política europea a la realidad balear. En: GEIB Grupo especialistas en invasiones biológicas (Ed). *Invasiones biológicas: un factor del cambio global*. EEI 2006 actualización de conocimientos. 14-26 p. 2º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2006". GEIB, Serie Técnica, N.º 3, 280 p.

**Moller, H.** 1996. Lessons for invasion theory from social insects. *Biological Conservation*. 78: 125-142.

- Newell, W. & Barber, T. C.** 1913. The Argentine ant. Bulletin 122. U.S. Department of Agriculture, Bureau of Entomology. Washington, DC.
- Orr, M. R. & Seike, S. H.** 1998. Parasitoids deter foraging by Argentine ants (*Linepithema humile*) in their native habitat in Brazil. *Oecologia*. 117 (3): 420-425.
- Ortíz-Monasterio, A.** 2014. Gestión de las especies exóticas invasoras: análisis de la legislación mexicana. En: Mendoza, R. & Koleff, P. (Eds.). *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 169-184 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.
- Passera, L.** 1994. Characteristic of tramp species. In: Williams, D. F. (Ed.). *Exotic ants: Biology, impact and control of introduced species*. Westview Press, Boulder. 23-43 p.
- Phillips, P. A. & Sherk, C. J.** 1991. To control mealybugs, stop honeydew-seeking ants. *California Agriculture*. 45: 26-28.
- Quiroz-Robledo, L. N. & Valenzuela-González, J. E.** 1993. Contribución al conocimiento de la mirmecofauna del estado de Hidalgo, México (Hymenoptera: Formicidae). En: Villavicencio, M. A., Marmolejo, Y. & Pérez Escandon, B. E. (Eds.). *Investigaciones recientes sobre la flora y fauna de Hidalgo, México*. Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo. 339-393 p.
- Reierson, D. A., Rust, M. K. & Hampton-Beesley, J.** 1998. Monitoring with sugar water to determine the efficacy of treatments to control Argentine ants, *Linepithema humile* (Mayr). *Proceedings of the National Conference on Urban Entomology*. 28: 78-82.
- Roura-Pascual, N., Suárez, A. V., Gomez, C., Pons, P., Touyama, Y., Wild A. L. & Peterson, A. T.** 2004. Geographical potential of argentine ants (*Linepithema humile*) in the face of global climate change. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological*. 271: 2527-2534.
- Rust, M. K. & Su, N. Y.** 2012. Managing social insects of urban importance. *Annual review of entomology*. 57: 355-375.
- Rust, M. K., Soeprono, A., Wright, S., Greenberg, L., Choe, D. H., Boser, C. L., Cory, C. & Hanna, C.** 2015. Laboratory and field evaluation of polyacrylamide hydrogel baits against Argentine ants (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology*. 108: 1228-1236.
- SEMARNAT.** 2016. Acuerdo por el que se determinala lista de las especies exóticas invasoras para México. Archivo Regulación. Fecha de actualización: 10 de febrero de 2017. [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016)
- Shattuck, S. O.** 1992. Generic revision of the ant subfamily Dolichoderinae (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 21: 1-181.
- Strauss, E.** 1998. Mutual nonaggression pact may aid ant spread. *Science*. 282: 854-855.



- Suárez, A. V., Bolger, D. T. & Case, T. J.** 1998. Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal southern California. *Ecology*. 79 (6): 2041-2056.
- Suárez, A. V., Richmond, J. Q. & Case, T. J.** 2000. Prey selection in horned lizards following the invasion of Argentine ants in southern California. *Ecological Applications*. 10: 711-725.
- Suárez, 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 United States of America*. 98: 1095-1100.
- 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.
- Touyama, Y., Ogata, K. & Sugiyama, T.** 2003. The Argentine ant, *Linepithema humile*, in Japan: assessment of impact on species diversity of ant communities in urban environments. *Entomological science*. 6 (2): 57-62.
- Traniello, J. F. A. & Levings, S. C.** 1986. Intra- and intercolony patterns of nest dispersion in the ant *Lasius neoniger*: correlations with territoriality and foraging ecology. *Oecologia*. 69: 413-419.
- Vander Meer, R. K., Obin, M. S. & Morel, L.** 1990. *Applied myrmecology: A world perspective*. Vander Meer, R. K., Jaffe, K. & Cedeno, A. (Eds.). Boulder, CO. Westview Studies in Insect Biology. 741 p. ISBN: 9780813377858
- 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.
- Ward, D. F., Harris, R. J. & Stanley, M. C.** 2005. Human-Mediated Range Expansion of Argentine Ants *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae) in New Zealand. *Sociobiology*. 45: 401-407.
- Wheeler, W. M.** 1913. Untitled. Description of *Iridomyrmex humilis* Mayr. In: Newell, W. & Barber, T. C. (Eds.). *The Argentine ant*. U.S. Department of Agriculture. *Bureau of Entomology Bulletin*. 122: 1-89.
- Wheeler, G. C. & Wheeler, J.** 1951. The ant larvae of the subfamily Dolichoderinae. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 53: 169-210.
- Wild, A. L.** 2004 Taxonomy and distribution of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae). *Annals of the Entomological Society of America* (In the press.)
- Wild, A. L.** 2007. Taxonomic revision of the ant genus *Linepithema* (Hymenoptera: Formicidae). *University of California Publications in Entomology*. 126: 1-151.
- Wilson, E. O.** 1992. The effects of complex social life on evolution and biodiversity. *Oikos*. 63: 13-18.

**Woglum, R. S. & Borden, A. D.** 1921. Control of the Argentine ant in California citrus orchards. USDA Bulletin No. 965.

## *Pheidole megacephala*

### 1. Ámbito del AR (campo de aplicación del análisis de riesgo)

La invasión de los ecosistemas por especies exóticas representa una gran amenaza para la biodiversidad (Williamson, 1998). Las hormigas invasoras son plagas notorias 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 el país. 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).

### 2. Introducción

#### a. Taxonomía/especies

**Orden:** Hymenoptera, **Familia:** Formicidae, **Subfamilia:** Myrmicinae, **Tribu:** Pheidolini, **Género:** *Pheidole*, **Especie:** *Pheidole megacephala*, **Nombre común:** hormiga cabezona.

#### Historia taxonómica

Historia taxonómica realizada a partir de la página AntWeb (2016) y la información derivada del nuevo catálogo general de Barry Bolton (1995).

Combinación en *Pheidole*: Roger, 1863. Sinónimo superior de *Pheidole trinodis*: Roger, 1863; de *Pheidole edax*: Dalla Torre, 1892; de *Pheidole pernicioso*; de *Pheidole pusilla* (y sus sinónimos junior *Pheidole janus*, *Pheidole laevigata* Smith, *Pheidole laevigata* (Mayr): Wheeler, 1922; de *Pheidole suspiciosa*: Donisthorpe, 1932; de *Pheidole testacea*: Brown, 1981 y de *Pheidole agilis*: Eguchi, 2008.

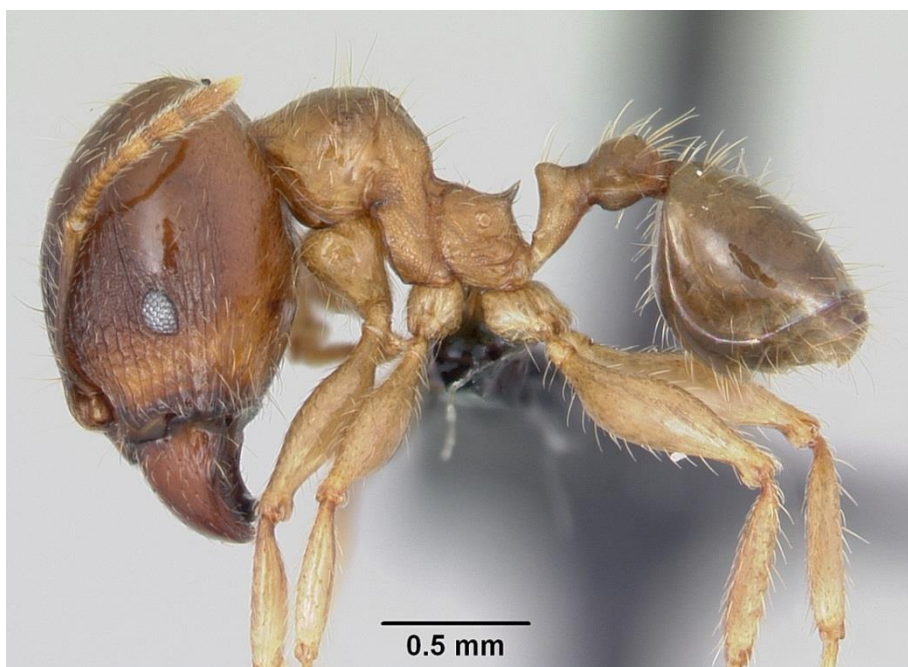
#### b. Descripción

**Obreras:** las obreras son dimórficas, es decir presentan diferentes tamaños. A esta especie se le llama comúnmente hormiga cabezona, porque la cabeza de los soldados es de gran tamaño (1.25 mm) y en forma de corazón (Fig. 21). Los soldados miden 3.5 mm de longitud aproximadamente, presentan un color pardo ferruginoso claro (Fig. 22 y 23). Las obreras miden aproximadamente 2 mm de longitud, son alargadas, lisas y su color varía de miel oscuro a marrón amarillento (Fig. 24 y 25). Generalmente hay un punto oscuro en la parte inferior del gáster (Fig. 26).

Las espinas epinotales son apenas notorias. En obreras y soldados se observa en vista lateral el post-pecíolo ovalado (Fig. 22 y 25), todo el borde ventral abultado en una conspicua convexidad, el perfil promesonotal forma un semicírculo, casi liso y de aspecto amarillento. Las antenas poseen 12 segmentos con un mazo de tres segmentos. Todo el cuerpo está cubierto con pelos escasos y largos (Wilson, 2003; Fischer & Fisher, 2013).



**Figura 21.** Foto tomada de AntWeb.org. Soldado de *Pheidole megacephala* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 22.** Foto tomada de AntWeb.org. Soldado de *Pheidole megacephala* en vista lateral. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 23.** Foto tomada de AntWeb.org. Soldado de *Pheidole megacephala* en vista dorsal. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 24.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Pheidole megacephala* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.





**Figura 25.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Pheidole megacephala* en vista lateral. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 26.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Pheidole megacephala* en vista dorsal. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

Reinas: las reinas que pueden ser varias en cada hormiguero son de color castaño oscuro, con alas y antenas formadas por 12 segmentos (Fig. 27, 28 y 29) (Castiñeiras, 1986).





**Figura 27.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Pheidole megacephala* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 28.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Pheidole megacephala* en vista lateral. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

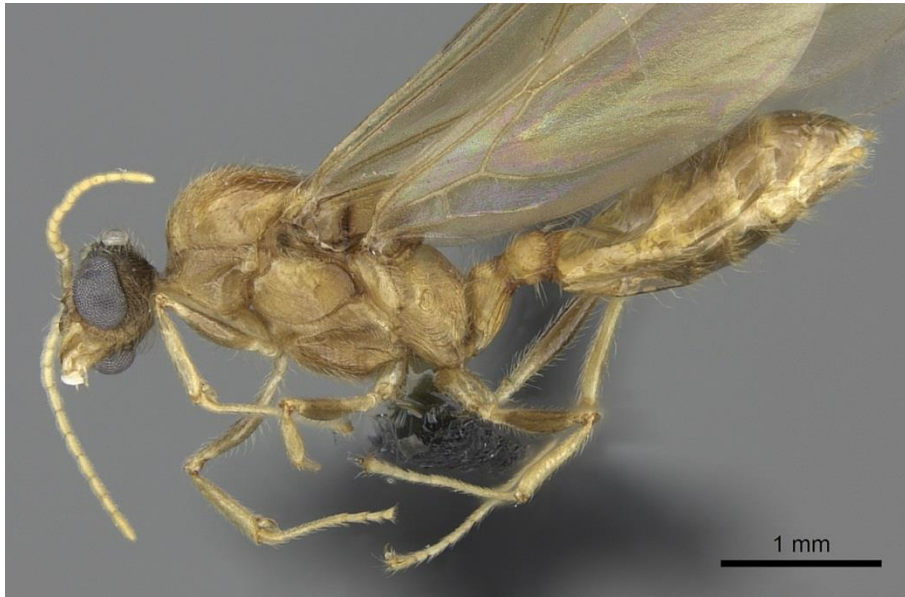


**Figura 29.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Pheidole megacephala* en vista dorsal. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

Machos: son de color amarillo pálido, con antenas filiformes de 13 segmentos, los ocelos en una prominencia del vértice (Fig. 30 y 32). Tienen un órgano estridulante asentado entre el peciolo, el postpeciolo y el gaster (Fig. 31) (Castiñeiras, 1986).



**Figura 30.** Foto tomada de AntWeb.org. Macho de *Pheidole megacephala* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 31.** Foto tomada de AntWeb.org. Macho de *Pheidole megacephala* en vista lateral. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 32.** Foto tomada de AntWeb.org. Macho de *Pheidole megacephala* en vista dorsal. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

### c. Biología e historia natural

Alimentación: esta hormiga es predadora y excavadora, también puede atender "homópteros". Tiene un régimen omnívoro (Martin *et al.*, 1985; Hoffmann *et al.*, 1999).

Reproducción: 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). 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 (Beardsley *et al.*, 1982; González-Hernández, 1999).

Adaptación a ambientes perturbados: se adaptan mejor en hábitats relativamente húmedos y perturbados, por lo que pueden prosperar alrededor de las viviendas humanas y en los cultivos. Los sitios de anidación son muy variables, desde dentro y debajo de los troncos en descomposición y debajo de las rocas (Wilson, 2003).

#### **d. Comportamiento colonial/conducta**

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. 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). Las colonias pueden ser continuas, con un gran número de reinas fértiles por lo que son capaces de alcanzar un tamaño enorme. Por ejemplo en el trópico monzónico de Australia se reportó una supercolonia en una zona de aproximadamente 25 hectáreas, su rango de expansión fue en promedio de 12 metros en la estación seca (Hoffmann *et al.*, 1999). En algunas zonas como islas Madeira (Portugal), Culebrita (Puerto Rico) y Tortugas secas (Estados Unidos), forman supercolonias virtualmente continuas que excluyen a la mayoría de las otras especies de hormigas, para lograr esta dispersión y colonización requieren de hábitats relativamente húmedos y perturbados (Wetterer, 2007). Los sitios de anidación son muy variables, pueden establecer una colonia debajo de los troncos podridos y debajo de las rocas (Wilson, 2003).

#### **e. Estatus**

##### Reportes como especie invasora en el país

*P. megacephala* está reportada en México para los estados de: Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán, Veracruz (Rojas-Fernández *et al.*, 2007; Rojas-Fernández, 2011; Vásquez-Bolaños, 2015; AntMaps, 2016). En Quintana Roo durante 2007 se realizó un estudio sobre el impacto de esta hormiga en termitas, donde se demostró que *P. megacephala* es un depredador eficiente de termitas nativas en el área de estudio y que puede ser capaz de eliminar otras especies de artrópodos nativos, estos resultados muestran que esta hormiga es una amenaza potencial para la diversidad de invertebrados en el sur de México (Dejean *et al.*, 2007).

##### Reporte como especie invasora en otros países

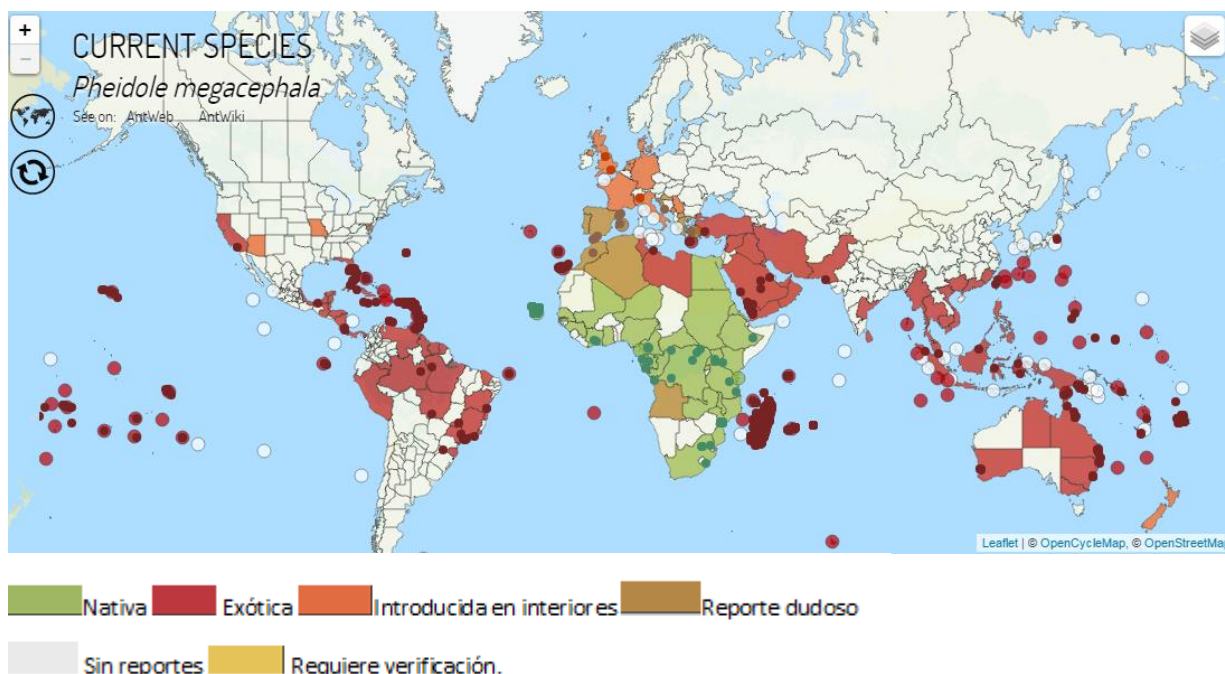
Es una hormiga invasora que se encuentra en muchas regiones subtropicales y tropicales de todo el mundo. En América está distribuida de forma dispersa, desde el sur de la Florida, las Bermudas y las Bahamas hacia el sur a través de las Indias Occidentales, el sur de México y Centroamérica, hasta el sur en Sudamérica. Reportada en el sur de California en 2014 (AntWeb, 2016) y actualmente sujeta a medidas de control activo. En Hawái esta es la hormiga dominante en muchos hábitats, con efectos desastrosos sobre los artrópodos nativos (Huddleston & Fluker, 1968). En Australia desde su introducción en el norte de Queensland hace aproximadamente un siglo (Tryon, 1912), se ha expandido en

diferentes zonas (Majer, 1985; Heterick, 1997). En Nueva Zelanda se tienen 890 registros de la introducción de esta especie de 1955 a 1995 (Ward *et al.*, 2006). Esta hormiga también se encuentra en muchas islas del Atlántico, incluyendo las Bermudas, las Azores, las Islas Canarias, Cabo Verde, la Isla de la Ascensión y Santa Elena (Wetterer, 2012). Dicha información demuestra la rápida propagación y el ascenso a la dominación de *P. megacephala*.

### 3. Distribución/origen de *Pheidole megacephala*

*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, 2016). Wetterer (2011) documentó registros de *P. megacephala* para 141 áreas geográficas alrededor del mundo (Fig. 33). A continuación se mencionan los registros conocidos en todo el mundo divididos en regiones geográficas:

África subsahariana y las islas adyacentes del Océano Índico; Islas Mascareñas, Mozambique, Tanzania, Camerún, Etiopía, Madagascar, Sudan, Las islas Comoras, Sudáfrica, República Democrática del Congo, Kenya Angola, Senegal, Malawi, Guinea, Sudán del Sur, Guinea Ecuatorial, Ghana, Nigeria, Zambia, Costa de Marfil, Eritrea, Gabón, Rwanda, Mali, África Central y Gambia. Mediterráneo; Egipto, Italia, España, Argelia, Marruecos, Túnez, Córcega, Siria, Turquía, Grecia y Macedonia. Islas en el Océano Atlántico; Madeira Azores, Islas Canarias, Santa Helena Cabo Verde Bermudas y Ascensión. Europa Occidental; Inglaterra, Francia y Países Bajos. Arabia; Arabia Saudita, Omán, Kuwait Yemen y Emiratos Árabes Unidos, Asia e Islas vecinas; Sri Lanka, Indonesia, Singapur, Birmania, Malasia India, Papúa Nueva Guinea, Filipinas, Taiwán, China, Xiam, Hong Kong, Cambodia, Vietnam, Isla de Navidad, Tailandia, Japón, Irán y Pakistán. Australia y Oceanía; Hawái, Australia, Islas Caimán, Islas Fiji, Islas de la Línea, Islas Mariana, Samoa, Islas Cook, Islas Marquesas, Vanuatu, Espiritu Santo, Tonga, Islas Salomón, Tulagi Austral, Islas Gambier, Islas Palau, Islas Swains, Nueva Zelanda, Islas Gilbert y Territorios del Pacífico de los Estados Unidos, Micronesia, Nueva Caledonia y Tokelau. América del Sur, Norte y Centro; Brasil, Honduras, México, Nicaragua, Belice, Costa Rica, Guyana, California, Florida, Perú, Venezuela, Islas Galápagos y Maryland. Indias Occidentales; Islas Vírgenes de Los Estados Unidos, Abaco, San Vicente, Jamaica, Cuba Puerto Rico, Haití, Tobago, Pigeon, Curazao, Antigua Santa Lucia, Islas Vírgenes Británicas, Guadalupe, San. Martin, Barbados, Trinidad, San Agustín, Curazao, Otrabanda, Dominica, Roseau, Anguilla Meads Bay Aruba, San Nicolas, Montserrat, Woodlands, Turtle Beach, Islas Nieves, Charles y Codrington.



\*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 33.** Registros de distribución mundial de *Pheidole megacephala* (antmaps.org, 2016; <http://antmaps.org/?mode=species&species=Pheidole.megacephala>).

### 3.1 Rutas de introducción

#### a. En el mundo:

Fabricius (1793) describió a *Pheidole megacephala* en la isla de Mauricio en el Océano Índico al este de Madagascar en el siglo XVIII (Wetterer, 2007). 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). 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 sus hábitos de anidación no presentan preferencias por condiciones particulares, pueden ser introducidas en cualquier material transportado vía marítima, aérea o terrestre (Sanders, 1992; Fontenla-Rizo & Matienzo-Brito, 2011).

**Liberación:** 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).

**Transporte de contaminantes:** *P. megacephala* puede ser transportada en barcos de carga dentro de mercancías provenientes de diversos países, propagándose fácilmente con el comercio humano (Wetterer, 2012).

Transporte como vector: propágulos de *P. megacephala* pueden viajar inadvertidamente en equipaje por medio de la movilidad humana (Aron, 2001).

Sin ayuda: se ha reportado que en Australia la dispersión de nuevas colonias se realiza a través de propágulos, es decir un grupo de obreras junto con una o varias reinas salen del nido de origen y establecen otro nido por lo que no ocurre un vuelo nupcial. En este país se han reportado infestaciones que abarcan hasta 30 hectáreas (Hoffmann & O'Connor 2004), esta hormiga puede establecer colonias continuas de varios kilómetros de superficie (Dejean *et al.*, 2007). En el sur de Florida los vuelos nupciales de los reproductores alados se puede observar durante el invierno y la primavera, después las reinas fertilizadas, buscan un lugar adecuado para anidar donde comenzarán poniendo huevos (Warner & Scheffrahn, 2013).

#### **b. En México:**

En México esta reportada para la región sur del país (Vásquez-Bolaños, 2015). Esta citada como especie introducida en países al sur de México como; Guatemala, Honduras y Nicaragua (AntMaps, 2016), es posible que esta hormiga haya sido introducida por la actividad humana desde la parte sur o de diferentes partes del mundo, situación derivada del comercio internacional.

Liberación: no se tienen reportes sobre la introducción intencional de *P. megacephala* en México.

Transporte de contaminantes: es posible que esta hormiga haya llegado a México de manera accidental en transporte de carga, dentro de productos contaminados por *P. megacephala*. Por esta razón es necesaria la inspección en puntos estratégicos como aeropuertos y puertos para evitar nuevas introducciones.

Sin ayuda: la “hormiga cabezona” se introdujo en el sur del país, desde entonces ha logrado su dispersión natural secundaria, extendiendo sus colonias a varios kilómetros, esto se documenta en el trabajo realizado por Dejean y colaboradores (2007) en una zona infestada de Quintana Roo, México.

### **4. Potencial de establecimiento y colonización**

#### **a. Potencial de colonización**

Las siguientes características se consideran importantes para permitir que esta hormiga pueda realizar infestaciones en diversas regiones del mundo (Hoffmann, 1998; Wetterer, 2007; Dejean *et al.*, 2007):

- 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).
- En Australia la dispersión de nuevas colonias se reporta que sucede a través de propágulos sin un vuelo nupcial (Vanderwoude *et al.*, 2000); sin embargo en el sur de Florida se han observado los vuelos nupciales de los alados reproductores, esta plasticidad ecológica le da ventaja sobre otras especies de hormigas nativas.



- 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).
- 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).
- Son de hábitos alimenticios generalistas y no requieren requisitos específicos para la nidificación (Wetterer, 2012).
- Son poligínicas, es decir una colonia tiene varias reinas fértiles, lo que les permite alcanzar altas densidades y dominancia ecológica (Wetterer, 2007).

#### **b. Potencial de dispersión**

Una colonia independiente se forma cuando una reina inseminada y al menos 10 obreras menores salen del nido para fundar uno nuevo (Chang, 1985; Vanderwoude, 2000). 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, 2007; 2012). La llegada de las modernas redes de transporte y el comercio han sido muy ventajosas para la propagación de *P. megacephala* (May *et al.*, 2000).

#### **c. Factores que favorecen su establecimiento y dispersión**

Diversos factores influyen en el éxito del establecimiento y dispersión de *P. megacephala* y otras hormigas invasoras, sin embargo las características determinantes para que logren invadir un hábitat son las siguientes (Wetterer, 2012).

Unicolonialidad: muchas colonias se comportan como una única colonia.

- Poliginia: Colonias con varias reinas.
- Alto número de trabajadores en la colonia
- Capacidad para habitar ambientes perturbados
- Dispersión accidental por medio del comercio internacional
- Agresividad interespecífica: Son agresivas con otras hormigas de diferentes especies.
- Presencia de hemípteros: Estas hormigas atienden a los hemípteros a cambio de la melaza producida por ellos.
- 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.
- Debido a que *P. megacephala* no suele dominar áreas con vegetación natural intacta, dejar un hábitat relativamente inalterado en islas habitadas también puede ser efectivo para proteger a los invertebrados nativos del ataque de esta hormiga.

#### d. Historia de introducción en México

Los registros conocidos más antiguos de *P. megacephala* para el continente americano se encuentran en los siguientes lugares: Brasil (1858), Honduras (1899), México (1899), Nicaragua (1903), Belice (1906), Costa Rica (1908), Guyana (1920), California (1928), Florida (1932), Perú (1939), Venezuela (1994), Isla Galápagos (2008) y Maryland (2009) (Wetterer, 2012). En México se detectó a la hormiga cabezona a finales del siglo XIX, su introducción probablemente se logró por medio de mercancías que llegaron en barco desde diferentes lugares del mundo. Recientemente se reportó a esta especie asociada con sistemas agroforestales en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México (González-Valdivia *et al.*, 2013). Hasta la fecha solo es reportada para el sur y oriente de la República Mexicana (Vásquez- Bolaños, 2015).

### 5. Evidencias de impactos

#### i. Impactos a la salud en el ser humano

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).

#### ii. Impactos ambientales y a la biodiversidad

El impacto de *P. megacephala* sobre otros invertebrados es con frecuencia catastrófico. Por ejemplo, en Hawái ha eliminado a diversos insectos, entre otros artrópodos, en Australia se tienen reportes sobre la eliminación de la mayoría de las especies de hormigas nativas en el Parque Howards Spings Nature (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).

#### iii. Impactos a actividades productivas

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). En lo concerniente al costo de manejo y control se tiene la referencia de Australia donde se logró eliminar a *P. megacephala* usando hidrametilnona (Amdro) en un área de 30 hectáreas del parque

nacional Kakadu, con un costo de \$44,000 dólares (Hoffmann & O'Connor, 2004). Sin embargo, debido a que las obreras de *P. megacephala* son depredadoras eficientes en otros invertebrados, se considera a veces un agente beneficioso de control biológico contra diversas plagas. Se ha reportado una gran reducción de la población de moscas domésticas en Fiji, gracias a *P. megacephala* (Tothill *et al.*, 1930). Esta hormiga también se alimenta de plagas que atacan la caña de azúcar, plátanos y otros cultivos por lo que en Cuba se ha utilizado en control biológico (Castiñeiras, 1991; Goebel *et al.*, 1999). No obstante, es necesario tomar precauciones en el uso de esta hormiga en control biológico, ya que puede convertirse en plaga.

#### iv. Impactos económicos

*P. megacephala* crea problemas en la agricultura, en zonas urbanas (Smith, 1965) y también pueden transmitir enfermedades (Ipinza *et al.*, 1981). Además esta especie puede masticar cables eléctricos, de comunicación y tubos de riego (Chang & Ota, 1990). Para lograr su control en zonas urbanas es necesario realizar el tratamiento para eliminarlas en céspedes, áreas ornamentales alrededor de árboles y en los caminos (Warner & Scheffrahn, 2013). El costo para el manejo y control de esta hormiga depende del área y del grado de infestación, pero puede ascender a decenas de miles de dólares (Hoffmann & O'Connor, 2004).

#### v. Otros impactos

La “hormiga cabezona” puede provocar serios impactos en vertebrados. En Hawái se observaron a cientos de obreras atacando a crías del ave *Zosterops japonicus* (Banko & Banko, 1976).

### 6. Control y mitigación

#### Tipos de estrategias

En casa-habitación y patios se recomienda aplicar clorpirifós o hidrametilnona en forma de gránulos, directamente sobre el nido, estas aplicaciones deben realizarse a 5 metros de distancia de los edificios o construcciones (Chin, 1998; PIAT, 2017). Estos gránulos son pastillas hechas a base de una fuente alimentaria atractiva que contiene una dosis baja de pesticida, se recomienda una concentración de 0.01 g / kg en una mezcla con harina de pescado. Dichos cebos pueden ser aplicados con esparcidores de cebo granular, sopladores mecánicos y estaciones de cebo. Hidrametilnona es un químico moderadamente tóxico para la vida marina / acuática por lo que es necesario no aplicar este pesticida cerca de fuentes de agua (mínimo 5 metros de distancia) (PIAT, 2017).

En casa-habitación y patios se recomienda aplicar clorpirifós o hidrametilnona en forma de gránulos, directamente sobre el nido, estas aplicaciones deben realizarse a 5 metros de distancia de los edificios o construcciones (Chin, 1998; PIAT, 2017). Estos gránulos son pastillas hechas a base de una fuente alimentaria atractiva que contiene una dosis baja de pesticida, se recomienda una concentración de 0.01 g / kg en una mezcla con harina de pescado. Dichos cebos pueden ser aplicados con esparcidores de cebo granular, sopladores mecánicos y estaciones de cebo. Hidrametilnona es un químico

moderadamente tóxico para la vida marina / acuática por lo que es necesario no aplicar este pesticida cerca de fuentes de agua (mínimo 5 metros de distancia) (PIAT, 2017).

En agricultura se utilizan aplicaciones por aspersión, sin embargo se debe dar preferencia al uso de estaciones de cebo con el fin de proteger al medio ambiente (Taniguchi *et al.*, 2005). Es recomendable utilizar cebos granulares con piriproxifeno 5 g / kg en una base de grano de maíz / aceite de soja, a una tasa de aplicación de 2.5 Kg/ha. Esta formulación puede aplicarse en las áreas cultivadas siempre y cuando se distribuya entre las filas de las plantaciones y no directamente sobre las plantas (PIAT, 2017). Es importante seguir las siguientes indicaciones por seguridad del personal que realizará la aplicación: siempre usar guantes al manipular el cebo, lavarse las manos con agua y jabón después de manipular el cebo. El control de esta hormiga resulta costoso dependiendo del área infestada, pueden ser decenas de miles de dólares la inversión para su erradicación (Hoffmann & O'Connor, 2004), es por esta razón que debe planificarse tomando en cuenta el tiempo de tratamiento y recurso disponible para esta acción.

Control biológico: aunque se conocen una gran cantidad de parásitos y parasitoides para el género *Pheidole*, pocos de estos organismos se han encontrado que atacan a *P. megacephala*. Un parasitoide de esta hormiga es una avispa, *Orasema fraudulenta* (Heraty, 1994). “La hormiga cabezona” también tiene parásitos sociales, por ejemplo *Pheidole Neokohli* (Wilson, 1984).

## 7. Normatividad

### a. Nacional

En México las principales dependencias de gobierno federal que se encargan de legislar el tema de especies introducidas en México son SAGARPA y SEMARNAT (Aguirre, 2009). Esta última recientemente publicó el "**acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México**" con el objetivo de conservar la biodiversidad y lograr la sustentabilidad ambiental, es importante señalar que dicho acuerdo entró en vigor el 07 de diciembre del 2016 (SEMARNAT, 2016). En este listado se consideran 4 especies de la Familia Formicidae, sin embargo *P. megacephala* no se encuentra anexada, es posible que esta hormiga no obtenga la debida atención por no ser agresiva con el hombre, sin embargo los daños que puede causar en diferentes áreas es de graves consecuencias. Actualmente se están realizando acciones para la prevención, control y erradicación de especies invasoras. **La Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: Prevención, control y erradicación (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010)** es una pauta para dirigir las acciones en México, implementando una estrategia en la se establecen diferentes actividades enfocadas a desarrollar experiencias prácticas y replicables a distintos niveles de gobierno y entre diferentes sectores para el manejo de las especies invasoras (CONABIO, 2000; Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

### b. Internacional

La responsabilidad de llevar a cabo las erradicaciones de especies exóticas puede extenderse a diferentes dependencias gubernamentales de cada país, sin embargo debe

haber una coordinación centralizada entre ellos para garantizar éxito en los programas de cada lugar (Shine, 2000, Tschinkel, 2006). Por ejemplo en Australia realizan la erradicación de *P. megacephala*, en coordinación, supervisión y apoyo de la agencia científica nacional, la Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth (CSIRO). En Nueva Zelanda aprobaron medidas de bioseguridad que incluyen la vigilancia en 4 puertos de tres naciones vecinas, con esta estrategia lograron una reducción de un 98.5% en los índices de contaminantes entrantes en solo 12 meses (Nendick, 2008). Alrededor del mundo se han realizado diferentes convenios internacionales para tratar el problema de las especies exóticas invasoras. En Europa llevan a cabo el programa andaluz para el control de las especies exóticas invasoras, el Convenio sobre Diversidad Biológica, el Convenio de Barcelona para la protección del mar Mediterráneo y el Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (OMS, 2005).

## 8. Resultados del Análisis de riesgo

**Especie:** *Pheidole megacephala*

**Estatus:** Especie de alto riesgo

## 9. Resumen y conclusiones

*P. megacephala* solo se ha reportado para parte del sur de México y el estado de Veracruz, por esta razón es necesario realizar estudios sobre la presencia de esta especie en otras áreas del territorio mexicano. De acuerdo a los registros actuales para esta especie en México y países colindantes (Figura 34) se sugiere realizar un monitoreo extenso en el área sur del país incluyendo los siguientes estados; Yucatán, Campeche, Tabasco, Quintana Roo, Veracruz, Chiapas y Oaxaca. También es necesario un monitoreo en los estados de Sonora y Baja California por la cercanía de lugares infestados en Estados Unidos. Dichos monitoreos deben realizarse tomando en cuenta áreas de pastizales, cultivadas y urbanas, ya que son las zonas más susceptibles a una invasión.



**Figura 34.** Registros de *Pheidole megacephala* en territorio mexicano y países colindantes. Arizona se muestra en color naranja porque en esta región solo se ha colectado en el interior de construcciones humanas. (antmaps.org; <http://www.antmaps.org/?mode=species&species=Pheidole.megacephala>).

Se sugiere elaborar procedimientos para la detección de esta hormiga, por ejemplo crear una clave con las características principales de la especie que incluya imágenes para su rápido reconocimiento que pueda ser utilizado por el equipo técnico que examine productos provenientes del extranjero con el objetivo de una detección temprana de la especie invasora. Además es necesaria la comunicación constante entre los especialistas de especies exóticas y el gobierno para realizar acciones conjuntas en beneficio de la biodiversidad de México. Por último es importante puntualizar que el control fronterizo y el conocimiento de las vías de introducción son primordiales para prevenir el establecimiento de especies exóticas (Ricciardi & Rasmussen, 1998; Hayden & White, 2003).

En el aspecto de control químico se recomienda utilizar productos que contienen fipronil, bifentrina o permetrina. En zonas urbanas se recomienda utilizar insecticidas granulares que contengan fipronil o lambda-cialotrina. Dado que esta hormiga se reproduce tan exitosamente se requiere tratar con el insecticida adecuado al menos cuatro a cinco veces al año (Warner & Scheffrahn, 2013).

Una recomendación útil para la protección de las especies nativas es conservar las áreas prístinas, libres de caminos y perturbaciones antropogénicas, debido a que *P. megacephala* se adapta fácilmente a los ambientes perturbados.

Por último se sugiere tomar en cuenta la ecología e impactos negativos y positivos de *P. megacephala* para evaluar el riesgo de que esta especie se establezca en diferentes regiones. En base a lo anterior se deben tomar acciones que prevengan activamente introducciones, como por ejemplo la bioseguridad en puertos de entrada y fronteras del país, permitiendo una respuesta rápida a una detección, además de gestionar efectivamente poblaciones establecidas en México.



## Referencias bibliográficas

Aguirre-Muñoz, A., Mendoza-Alfaro, R., Ponce-Bernal, H. A., Arriaga-Cabrera, L., Campos-González, E., Contreras-Balderas, S., Elías-Gutiérrez, S., Espinosa-García, F. J., Fernández-Salas, I., Galaviz-Silva, L., García-de León, F. J., Lazcano-Villareal, D., Martínez-Jiménez, M., Meave-del Castillo, M. E., Medellín, R. A., Naranjo-García, E., Olivera-Carrasco, M. T., Pérez-Sandi, M., Rodríguez-Almaraz, G., Salgado-Maldonado, G., Samaniego-Herrera, A., Suárez-Morales, E., Vibrans, H. & Zertuche-González, J. A. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: Carabias, J., Soberón, J. & Dirzo, R. (Eds.). *Capital Natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México. 277-318 p.

**AntMaps.** 2016. Current species *Pheidole megacephala*. Fecha de actualización: 22 de Noviembre de 2016.

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

**AntWeb.** 2016. *Pheidole (megacephala) megacephala*. Fecha de actualización: 22 de Noviembre de 2016.

<https://www.antweb.org/description.do?species=megacephala&genus=pheidole&rank=species>.

**AntWiki.** 2016. *Pheidole megacephala*. Fecha de actualización: 22 de Noviembre 2016.

[http://www.antwiki.org/wiki/Pheidole\\_megacephala](http://www.antwiki.org/wiki/Pheidole_megacephala).

**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.

**Bolton, B.** 1995. *A New General Catalogue of the Ants of the World*. Harvard University Press, Cambridge, MA. 504 p. ISBN 9780674021518

**Brown, W. L. Jr.** 1981. Preliminary contributions toward a revision of the ant genus *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae). *Part I. Journal of the Kansas Entomological Society*. 54: 523-530.

**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.** 1986. Morfología externa de las castas de *Pheidole megacephala* (F.) (Hymenóptera : Formicidae). *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Protección de Plantas*. 9 (3): 7-26.

**Castiñeiras, A. T. & Ponce, E.** 1991. Efectividad de la utilización de *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae) en la lucha biológica contra *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Protección de Plantas*. 1: 15-21

**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.

**Chang, V. & Ota, A. K.** 1990. Ant control in Hawaiian drip irrigation systems. In: Vander Meer, R. K., Jaffe, K. & Cedeno, A. (Eds.). *Applied myrmecology: A world perspective*. Westview Press, Boulder, Colorado. 708-715 p.

**Chin, D.** 1998. Ants in the household and backyard. *Agnote*. 156: 1-6.

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

**Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras.** 2010. Estrategia Nacional sobre especies invasoras en México: Prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

**CONABIO.** 2000. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Fecha de actualización: 10 de diciembre de 2016.

<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/ENBM.html>

**Dalla-Torre, K. W. von.** 1892. Hymenopterologische Notizen. *Wiener Entomologische Zeitung*. 11: 89-93.

**Dejean, A., Le Breton, J., Suzzoni, J. P., Orivel, J. & Saux-Moreau, C.** 2005. Influence of interspecific competition on the recruitment behavior and liquid food transport in the tramp ant species *Pheidole megacephala*. *Naturwissenschaften*. 92 (7): 324-327.

**Dejean, A., Kenne, M. & Moreau, C. S.** 2007. Predatory abilities favour the success of the invasive ant *Pheidole megacephala* in an introduced area. *Journal of Applied Entomology*. 131 (9-10): 625-629.

**Eguchi, K.** 2008. A revision of Northern Vietnamese species of the ant genus *Pheidole* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Zootaxa*. 1902: 1-118.

**Fabricius, J. C.** 1793. Entomologia systematica emendata et aucta. Secundum classes, ordines, genera, species, adjectis synonymis, locis observationibus, descriptionibus. *Supplementum Hafniae, Proft et Storch*. 280-281.

- Fernández-Larrea Vega, O.** 2012. Pasado, presente y futuro del control biológico en Cuba. *Fitosanidad*. 11 (3): 61-66.
- Fischer, G. & Fisher, B. L.** 2013. A revision of *Pheidole* Westwood (Hymenoptera: Formicidae) in the islands of the Southwest Indian Ocean and designation of a neotype for the invasive *Pheidole megacephala*. *Zootaxa*. 3683: 301-356.
- 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.
- Goebel, R., Fernandez, E., Begue, J. M. & Alauzet, C.** 1999. Predation by *Pheidole megacephala* (Fabricius) (Hym.: Formicidae) on eggs of the sugarcane stem borer *Chilo sacchariphagus* (Bojer) (Lep.: Pyralidae) in Reunion Island. *Annales de la Société Entomologique de France*. 35: 440-442.
- 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.
- 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.
- Hayden, B. J. & White, C.** 2003. Invasive species management in New Zealand. In: Ruiz, G. M. & Carlton, J. T. *Invasive species: vectors and management strategies*. Island Press, Washington, D.C. 270-291 p.
- Heraty, J. M.** 1994. Classification and evolution of the Oramini in the Old World, with revisions of two closely related genera of Eucharitinae (Hymenoptera: Eucharitidae). *Life Sciences Contributions, Royal Ontario Museum*. 157: 1-174.
- Herrera, H. W., Sevilla, C. R. & Dekoninck, W.** 2013. *Pheidole megacephala* (Fabricius 1793)(Hymenoptera: Formicidae): a new invasive ant in the Galápagos Islands. *The Pan-Pacific Entomologist*. 89 (4): 234-243.
- Heterick, B.** 1997. The interaction between the coastal brown ant, *Pheidole megacephala* (Fabricius), and other invertebrate fauna of Mt Coot-tha (Brisbane, Australia). *Australian Journal of Ecology*. 22: 218-221.
- Heterick, B. E., Casella, J. & Majer, J. D.** 2000. Influence of Argentine and coastal brown ant (Hymenoptera: Formicidae) invasions on ant communities in Perth gardens, Western Australia. *Urban Ecosystems*. 4: 277-292.
- Hoffmann, B. D.** 1998. The big-headed ant *Pheidole megacephala*: a new threat to monsoonal northwestern Australia. *Pacific Conservation Biology*. 4 (3): 250-255.

- 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.
- Hoffmann, B. D. & O'Connor, S.** 2004. Eradication of two exotic ants from Kakadu National Park. *Ecological Management and Restoration*. 5: 98-105.
- Huddleston, E. W. & Fluker, S. S.** 1968. Distribution of ant species of Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 20: 45-69.
- Ipinza-Regla, J., Figueroa, G. & Osorio, J.** 1981. *Iridomyrmex humilis*, "hormiga argentina", como vector de infecciones intrahospitalares. I. Estudio bacteriológico. *Folia Entomologica Mexicana*. 50: 81-96.
- 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 ma-cadamia 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.
- Krushelnicky, P. D., Loope, L. L. & Reimer, N. J.** 2005. The ecology, policy, and management of ants in Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 37: 1-25.
- 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.
- Majer, J. D.** 1985. Recolonisation by ants of rehabilitated mineral sand mines on North Stradbroke Island, Queensland, with particular reference to seed removal. *Australian Journal of Ecology*. 10: 31-48.
- Martín, J. L., Oromí, P. & Barquín, J.** 1985. Estudio ecológico del ecosistema cavernícola de una sima de origen volcánico: La Sima Robada (Tenerife, Islas Canarias). *Endins*. 10 (11): 37-46.
- May, J. E. & Heterick, B. E.** 2000. Effects of the coastal brown ant *Pheidole megacephala* (Fabricius), on the ant fauna of the Perth metropolitan region, Western Australia. *Pacific Conservation Biology*. 6 (1): 81-85.
- Nendick, D.** 2008. Win-win from offshore container management programme. *Biosecurity*. 84: 12.
- OMS.** 2005. Reglamento Sanitario Internacional. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Fecha de actualización: 20 de noviembre de 2016.
- <http://www.who.int/ihr>
- PIAT.** 2017. African big-headed ant treatment options. Fecha de actualización: 02 de marzo de 2017.

<http://piat.org.nz/getting-rid-of-ants/management-case-studies/african-big-headed-ant-management-options>

**Ricciardi, A. & Rasmussen, J. B.** 1998. Predicting the identity and impact of future biological invaders: a priority for aquatic resource management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 55: 1759-1765.

**Roger, J.** 1863. Die neu aufgeführten Gattungen und Arten meines Formiciden-Verzeichnisses nebst Ergänzung einiger früher gegebenen Beschreibungen. *Berl Entomol Zeitschr\_Istria*. 7: 131-214

**Rojas-Fernández, P., Angeles, A., Amador J. & Hernandez, L.** 2007. Diversity of soil ants (Hymenoptera: Formicidae) in Los Tuxtlas Biosphere Reserve, Mexico. Informe final del proyecto Management of agrobiodiversity for sustainable land use and global environmental benefits (BGBD/TSBF/PNUMA/ Apoyado por el GEF, responsable I. Barois). 14 p.

**Rojas-Fernández, P.** 2011. Hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). En: CONABIO (Ed.). *La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C., México. 431-439 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.

**Shine, C., Williams, N. & Günding, L.** 2000. *Guía para la elaboración de marcos jurídicos e institucionales relativos a las especies exóticas invasoras*. Unión UICN - Mundial para la Naturaleza, Gland, Suiza, Cambridge, Bonn. 162 p.

**Smith, M. R.** 1965. House-infesting ants of the eastern United States. *U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin*. 1326: 1-105.

[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016)

**Taniguchi, G., Thompson, T. & Sipes, B.** 2005. Control of the big-headed ant, *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae), in pineapple cultivation using Amdro in bait stations. *Sociobiology*. 45: 1-7.

**Tothill, J. D., Taylor, T. H. C. & Paine, R. W.** 1930. *The Coconut Moth in Fiji: A history of its Control by Means of Parasites*. London UK. Imperial Bureau of Entomology. 296 p.

**Tryon, H.** 1912. The naturalization of an exotic ant (*Pheidole megacephala* Fab.). *Queensland Naturalist*. 1: 224-229.

**Tschinkel, W. R.** 2006. *The fire ants*. Cambridge, Massachusetts. The Belknap Press of Harvard University Press. 747 p.

- Vander Meer, R. K., Williams, D. F. & Lofgren, C. S.** 1982. Degradation of the toxicant AC217,300 in Amdro imported fire ant bait under field conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 30 (6): 1045-1057.
- Vanderwoude, C., de Bruyn, L. A. L. & House, A. P. N.** 2000. Response of an openforest 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.
- Ward, D. F., Beggs, J. R., Clout, M. N., Harris, R. J. & O'con-Nor, S.** 2006. The diversity and origin of exotic ants arriving in New Zealand via human-mediated dispersal. *Diversity and Distributions*. 12: 601-609.
- 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.
- <http://edis.ifas.ufl.edu/in712>
- Wetterer, J. K.** 2007. Biology and impacts of Pacific Island invasive species: The African big-headed ant, *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae). *Pacific Science*. 61 (4): 437-456.
- Wetterer, J. K.** 2011. Worldwide spread of *Pheidole teneriffana* (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist*. 94: 843-847.
- Wetterer, J. K.** 2012. Worldwide spread of the African big-headed ant, *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*. 17: 51-62.
- Wheeler, W. M.** 1922. The ants collected by the American Museum Congo Expedition. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 45: 39-269.
- 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.** 1984. Tropical social parasites in the ant genus *Pheidole*, with an analysis of the anatomical parasitic síndrome (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux*. 31: 316-334.
- 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.



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

## *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.

## 2. Introducción

### a) Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Formicinae Tribu: Lasiini, Género: *Nylanderia*, Especie: *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862).

#### Historia taxonómica

La siguiente historia taxonómica se deriva del Catálogo de Barry Bolton (1995), la revisión para *Nylanderia* de LaPolla (2011) y AntWiki (2016).

El género *Nylanderia* es un género de hormigas amplio, ecológicamente importante, con una distribución casi cosmopolita. Actualmente se compone de más de 130 especies y subespecies existentes y dos especies fósiles. Hasta hace poco, la mayoría de las especies de *Nylanderia* se encontraban en el género *Paratrechina*, pero los estudios filogenéticos moleculares y la reevaluación de caracteres morfológicos provocó la resurrección de *Nylanderia* como un género válido (LaPolla *et al.*, 2010). A continuación se resumen los cambios taxonómicos de *Nylanderia fulva* antes nombrada *Paratrechina fulva*: *Prenolepis fulva* (*Nylanderia*): Forel, 1908; En *Paratrechina* (*Nylanderia*): Emery, 1925; en *Nylanderia*: Kempf, 1972; en *Paratrechina*: Snelling & Hunt, 1975; en *Nylanderia*: LaPolla, *et al.*, 2010. Sinónimo mayor de *Nylanderia fumata*: Wild, 2007. Con 6 subespecies presentes: *biolleyi*, *cubana*, *fumatipennis*, *incisa*, *longiscapa*, *nesiotis*.

#### b. Descripción

Obreras: el género *Nylanderia* tiene una larga historia de incertidumbre taxonómica en América del Norte debido en gran parte a la falta de caracteres morfológicos distintivos en la casta obrera. Sin embargo a continuación se describen algunas características de *Nylanderia fulva* para su reconocimiento en campo: Esta hormiga es pequeña, mide aproximadamente 3.2 mm de largo, tiene una superficie corporal lisa y brillante cubierta

de setas (pelos) rojizas, tienen patas y antenas largas (Gotzek *et al.*, 2012). Las colonias suelen vivir bajo piedras o tienen nidos centralizados.

Las obreras son monomórficas con 2.9-3.5 mm de longitud, la cabeza y el pronoto son brillantes, el resto del cuerpo es menos brillante. Presenta una coloración café rojiza, las macroquetas café oscuro. La cabeza cuenta con varias macroquetas distinguiéndose más largas en el vértex (Fig. 35). La antena está formada por 12 segmentos, sin mazo definido, escapo visiblemente más largo que la cabeza. Ojos bien desarrollados, aproximadamente un quinto de la longitud de la cabeza. Mandíbulas de 6 dientes, dientes intercalar y subbasal son los de menor tamaño. El espacio entre los dientes basal y subbasal es mayor que entre los demás dientes. Fórmula palpal 6, 4. Clipeo casi liso, en vista lateral el pronoto se observa convexo, mesonoto plano a ligeramente convexo, presenta espiráculo conspicuo (Fig. 36). Propodeo redondeado, peciolo cuneado con la cresta aguda en vista lateral. Gáster ovado, terminalmente acuminado, relativamente voluminoso (Fig. 37) (Arcila & Quintero, 2005).



**Figura 35.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Nylanderia fulva* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 36.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Nylanderia fulva* en vista lateral. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



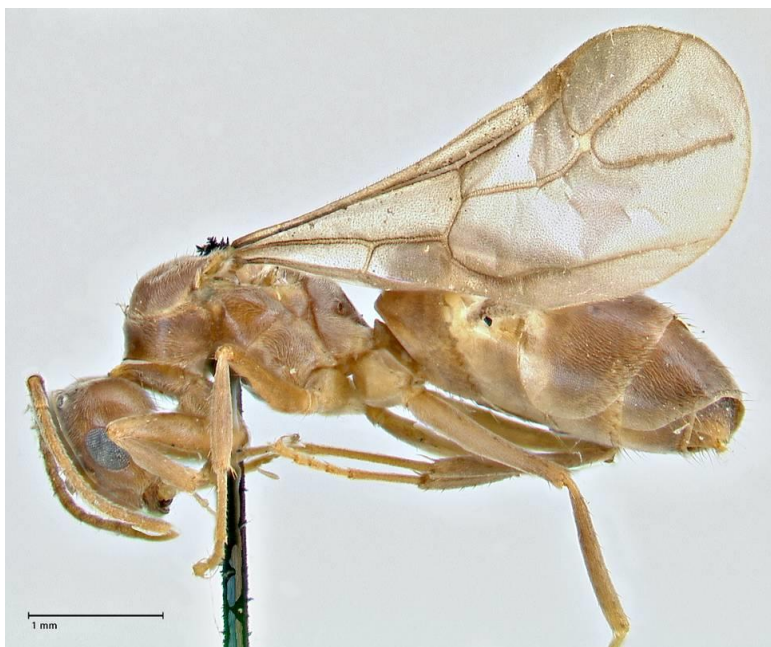
**Figura 37.** Foto tomada de AntWeb.org. Obrera de *Nylanderia fulva* en vista dorsal. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



Reina: son más grandes que las obreras, tienen una longitud total de 4.7 a 4.9mm. La pubescencia de la cabeza es más abundante que en la obrera, razón por la que se observa menos brillante el tegumento (Fig. 38). Cabeza tan larga como ancha, escapo proporcionalmente más corto que en la obrera. Ojos bien desarrollados, aproximadamente un tercio de la longitud de la cabeza, ocelos presentes, cabeza más ancha detrás de los ojos. Pecíolo en vista dorsal prácticamente imperceptible (Fig. 40), gáster grande (Fig. 39) (Fernández, 2000).



**Figura 38.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Nylanderia fulva* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: Christiana Klingenberg. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 39.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Nylanderia fulva* en vista lateral. Fotógrafo: Christiana Klingenberg. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 40.** Foto tomada de AntWeb.org. Reina de *Nylanderia fulva* en vista dorsal. Fotógrafo: Christiana Klingenberg. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

Macho: la cabeza es casi tan larga como ancha, margen posterior ligeramente cóncavo (fig. 41). Presenta modificaciones propias de los machos formicinos, la longitud total aproximada es de 3mm (Fig. 42 y 43). La mandíbula esta menos esclerotizada que en las obreras, con un diente apical y hendidura subapical, las antenas se componen de 13 segmentos, los ojos son grandes y protuberantes, ocelos presentes y conspicuos (Fig. 41). Genitalia con los parámetros con numerosas setas, edeago delgado, longitud aproximada a la de los parámetros (Fernández, 2000).



**Figura 41.** Foto tomada de AntWeb.org. Macho de *Nylanderia fulva* en vista frontal de la cabeza. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.





**Figura 42.** Foto tomada de AntWeb.org. Macho de *Nylanderia fulva* en vista lateral. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.



**Figura 43.** Foto tomada de AntWeb.org. Macho de *Nylanderia fulva* en vista dorsal. Fotógrafo: April Nobile. Image Copyright © AntWeb 2002 - 2016. Licensing: Creative Commons Attribution License.

### c. Biología e historia natural

Alimentación: 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 Polanía & Bolaños 1985; Arcila & Quintero, 2005).

Reproducción: 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. Los inconvenientes de esta forma de reproducción es que la dispersión es limitada, pero pueden desplazarse en transportes a grandes distancias (Arcila *et al.*, 2002; Tsuitsui & Suárez, 2003).

Adaptación a ambientes perturbados: Son favorables las perturbaciones antropogénicas para esta especie (Mack *et al.*, 2000)

### d. Comportamiento colonial/conducta

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, a este comportamiento se le llama sociotomía. Se estima que en campo pueden presentarse de tres a seis generaciones por año (Arcila & Quintero, 2005). Construyen nidos sencillos pero optan por los sitios húmedos. No muestran agresividad entre colonias vecinas de la misma especie (Arcila, 1999). 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). 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).

### e. Estatus

#### Reportes como especie invasora en el país

Kempf en 1972 reporta por primera vez a *N. fulva* para México en su catálogo de hormigas para la región neotropical, este registro fue en el estado de Veracruz. En total para el territorio mexicano *N. fulva* esta reportada como especie invasora para los estados de Hidalgo, Tamaulipas y Veracruz (Kempf, 1972; Zolessi *et al.*, 1989; Fernández & Sendoya, 2004; Coronado-Blanco *et al.*, 2013; Vásquez-Bolaños, 2015). No se tiene claro como entró al país esta especie, pero es posible que haya llegado de manera accidental por medio del transporte humano, entrando por los puertos de Tamaulipas y Veracruz.

#### Reporte como especie invasora en otros países

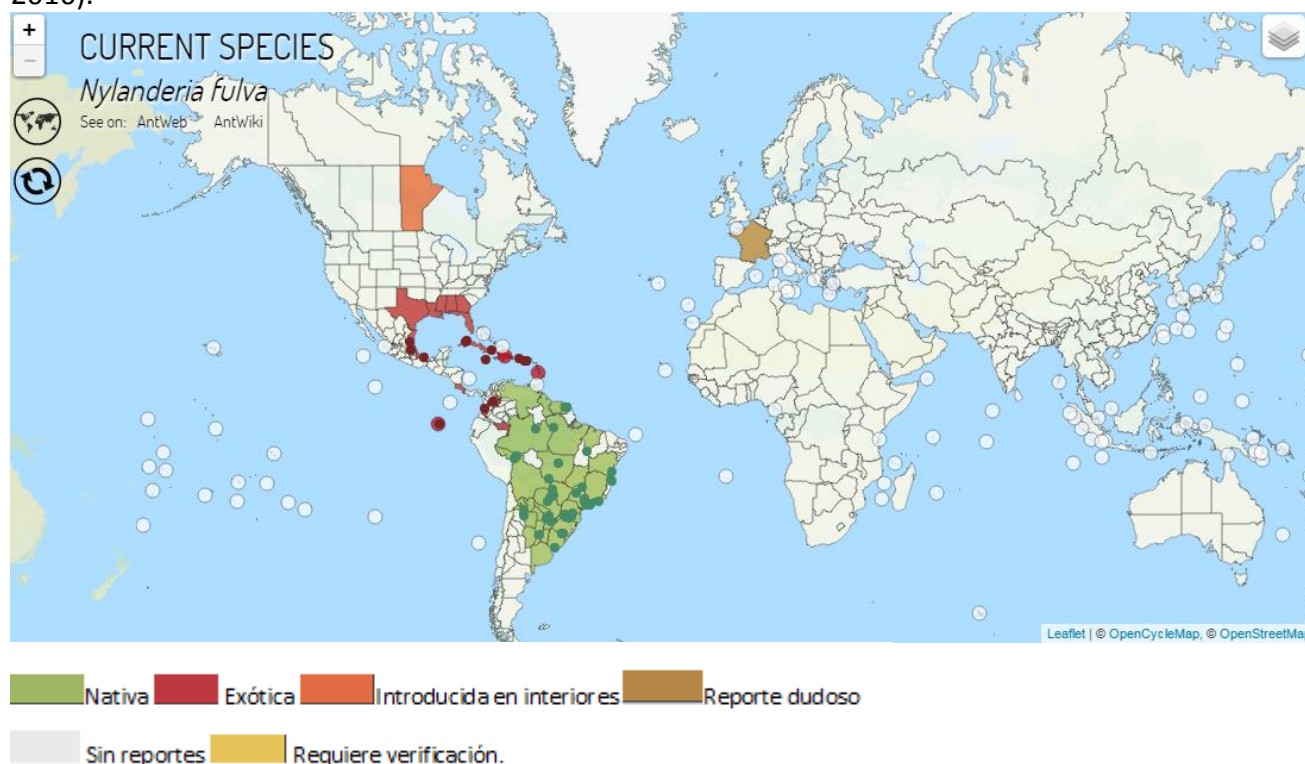
*N. fulva* es originaria de Brasil y ha sido registrada como especie introducida en distintos países de América, desde la República Argentina hasta Canadá (Fernández & Sendoya, 2004; AntWiki, 2016). Fue introducida intencionalmente en Colombia hace más de 40 años. Llevaron a esta hormiga a la zona central 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), donde ha generado problemas en ecosistemas agrícolas y en la conservación de la biodiversidad. En Cuba esta especie se ha reportado como hormiga

invasora, causando daños en cultivos, animales domésticos y apiarios (Vásquez et al., 2002). También está invadiendo el sur de Estados Unidos, en la actualidad esta especie se encuentra en Texas, Florida, el Sur de Mississippi y el sur de Louisiana (Hooper-Bui *et al.*, 2010; MacGown y Layton, 2010).

### 3. Distribución/origen de las especies

*N. fulva* llamada "la hormiga loca" es nativa de la Amazonía del Brasil (Mariconi, 1979; Fowler *et al.*, 1990; Fowler *et al.*, 1999). 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 (Fig. 44) (Vargas *et al.*, 2004).

Su distribución en la región Neártica es en Mississippi 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, Martinique, Mato Grosso del Sur, Paraguay, Suriname, Uruguay (AntWeb, 2016).



\*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 44.** Registros de distribución mundial de *Nylanderia fulva* (antmaps.org, 2016; <http://antmaps.org/?mode=species&species=Nylanderia.fulva>).

### 3.1 Rutas de introducción

#### a. En el mundo:

Liberación: *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).

Transporte de contaminantes: la dispersión de *N. fulva* ha sido mediada por el hombre a través del comercio de mercancías contaminadas con la presencia de esta hormiga (Tsutsui & Suárez 2003).

Transporte como vector: esta hormiga puede viajar accidentalmente en equipaje de viajeros, llegando propágulos a diferentes países (McCullough *et al.*, 2006).

Sin ayuda: la dispersión natural se realiza por fisión que consiste en la división de las colonias en sub-colonias que se dispersan a nuevos nidos (Hölldobler y Wilson, 1990).

#### b. En México:

El registro más antiguo para México lo cita Kempf (1972) para el estado de Veracruz. Es posible que la "hormiga loca" se introdujera por vía marítima al territorio mexicano y después fuera dispersada accidentalmente vía terrestre a otros estados del país.

Liberación: en México no se tienen informes sobre la introducción de *N. fulva* de manera deliberada.

Transporte de contaminantes: en territorio mexicano no se tiene claro como entró *N. fulva* sin embargo es posible que haya llegado por medio del comercio, en productos transportados de otros países.

Sin ayuda: se requieren estudios en México sobre la ecología de *N. fulva* para determinar qué estrategia utiliza para dispersarse naturalmente, es posible que sea por fisión colonial.

## 4. Potencial de establecimiento y colonización

#### a. Potencial de colonización

*N. fulva* coloniza exitosamente nuevos hábitats porque posee características que le dan ventaja sobre las especies nativas. Las colonias de esta especie son poliginas, es decir poseen varias reinas fértiles, esto incrementa la tasa de crecimiento de la población. Se reproducen por fisión y las reinas son fácilmente reemplazadas (Aldana *et al.*, 1995), además el apareamiento ocurre dentro del nido, lo que disminuye la probabilidad de mortalidad durante el vuelo nupcial (Tsutsui & Suárez, 2003). No existe agresividad entre nidos vecinos, por lo que son unicoloniales, en general el gran éxito de estas hormigas para invadir nuevos lugares es su naturaleza adaptable (Arcila, 1999). En estas hormigas no se ha observado el vuelo nupcial, la fecundación ocurre dentro del nido, después la reina o reinas acompañadas de un grupo de obreras salen del nido para fundar un nuevo



nido. Se calcula que el desplazamiento es de 65 metros por mes (Gómez, 1999; Meyers, 2008).

#### **b. Potencial de dispersión**

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. En general las capacidades de dispersión de *N. fulva* son muy limitadas (Holway *et al.*, 2002). La velocidad de dispersión es lenta y ha sido reportado su avance de 100 metros por mes en cafetales, mientras que en caña de azúcar se mueve 20 metros por mes, ambos estudios se realizaron en Colombia (Zenner-Polanía, 1980; Gómez, 1999). En Texas, las colonias se desplazan a una tasa de entre 20 y 30 metros por en zonas urbanas y área industrial (Meyers, 2008).

#### **c. Factores que favorecen su establecimiento y dispersión**

- Debido a sus hábitos de anidación y a colonizar sustratos temporales, las poblaciones pueden ser fácilmente transportadas de una localidad a otra, lo que favorece su dispersión (Passera, 1994).
- La simbiosis de *N. fulva* con áfidos hace posible su establecimiento en lugares con las presencia de dichos insectos.
- La capacidad de tener varias reinas reproductivas en un mismo nido, hace posible obtener una densidad de población alta.
- La ausencia de agresividad entre colonias vecinas de la misma especie le da ventaja a la "hormiga loca" de ser unicolonial.
- Es una especie de hábitos generalistas.

#### **d. Historia de introducción en México**

Kempff en 1972 citó por primera vez a *N. fulva* para México, en el estado de Veracruz. Después de dos décadas Quiroz-Robledo & Valenzuela González (1993) colectaron e identificaron a esta especie en el estado de Hidalgo, en 2005 Flores-Maldonado & González-Hernández la reportaron como nuevo registro para Tamaulipas. Recientemente en 2014 Guzmán-Díaz reportó a esta hormiga para la reserva de la biósfera "El Cielo", lo cual es grave debido a la posible reducción de biodiversidad que puede provocar. No se sabe exactamente como entró la "hormiga loca" en México pero se puede inferir de acuerdo a los reportes que se tienen, que llegó al país de manera accidental vía marítima a Veracruz proveniente de Sudamérica por medio de pequeños propágulos. Después por medio del comercio se dispersó a otros estados de la República Mexicana.

### **5. Evidencias de impactos**

#### **i. Impactos a la salud en el ser humano**

Es una especie asociada los ambientes urbanos (Vásquez *et al.*, 2002), puede hacer sus nidos dentro de las viviendas y contaminar los alimentos humanos (Bueno & Campos-Farinha, 1998). Además pueden 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).

## **ii. Impactos ambientales y a la biodiversidad**

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).

También puede depredar a otros invertebrados terrestres 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). 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).

## **iii. Impactos a actividades productivas**

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 segregar 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; Cardenas & Posada, 2001). Los 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).

#### iv. Impactos económicos

Los problemas ocasionados por la "hormiga loca" en agroecosistemas causa grandes pérdidas económicas (Zenner-Polanía, 1990). Los daños en los cultivos son graves, debido a su asociación con insectos chupadores que pueden transmitir a las plantas diversas enfermedades (Cárdenas & Posada, 2001). Las cosechas reportadas en Colombia con más afectaciones son cacao, café, caña de azúcar, cítricos, frutales y ornamentales (Arcila & Quintero, 2005). Se ha calculado en pérdidas del cultivo de caña, 4 mil millones de pesos colombianos (Nieves-González, 1999) y en base a esta cifra se ha estimado que en 2012 la pérdida económica en este cultivo sería de 51 mil millones de pesos colombianos (Arcila & Quintero, 2005). El daño económico en regiones agrícolas con altas poblaciones de *N. fulva* es grave, pues la pérdida de cosechas perjudica la generación de empleo y disminuye el valor comercial de los predios. Otro grave problema que genera gastos en Estados Unidos, es que hacen sus nidos en los equipos electrónicos y causan cortocircuitos (LeBrun, 2013), además obstruyen los circuitos de conmutación que resultan en fallas del equipo (Meyers, 2008).

#### v. Otros impactos

Pueden causar daños a los equipos electrónicos, eléctricos y telefónicos (Bueno, 1995). Además son plagas potenciales en criaderos de mariposas (Sanabria-Blandon & Chacon de Ulloa, 2009). También se han observado en densidades tan altas en Estados Unidos, que el suelo y los árboles pueden ser cubiertos con hormigas y en algunos casos extremos las densidades de población han impedido que los residentes y sus animales salgan a pasar tiempo libre en las áreas verdes de zonas urbana (McDonald, 2012).

## 6. Control y mitigación

### Tipos de estrategias

Control químico: El insecticida más usado y recomendado para diferentes cultivos es Clorpirifos, el cual es un organofosforado que se puede utilizar en dosis de 2.0-3.5 L/ha, seguido de Carbaryl 85 PM (carbamato) con una dosis de 2.0 kg/ha (Zenner-Polanía,

1992). También se utilizan cebos tóxicos adecuados para la especie, el fundamento de este método es utilizar el hábito de las obreras de recoger y transportar al nido pequeñas porciones de alimento sólido, esto hace posible alcanzar a las reinas y obreras dentro del nido, logrando eliminar poblaciones enteras. Este procedimiento es seguro para el ambiente y los animales (Nieves-González, 1999). Otra ventaja es que se puede utilizar en cualquier época del año, sin embargo se sugiere usar los cebos durante el final de la temporada de lluvia y verano. Para la formulación del cebo se puede mezclar 5 kg de harina de pescado, 15 kg de bagacillo de caña, 640 mg de fipronil y 80 litros de agua, la dosis a usar es 15 kg/ ha (Gómez, 2001). Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones antes de utilizar el químico: Aplicar el insecticida una semana antes de iniciar los trabajos en el cultivo, controlar las malezas y limpiar el área de posibles lugares de refugio como troncos, envases, etc. y por último las medidas de control deben ser dirigidas a las diferentes castas (reinas, obreras, cría) y además muy eficientes si se quiere tener éxito en el manejo de esta especie (Echeverri, 2013). Es importante mencionar que su uso indiscriminado de estos insecticidas, puede producir la pérdida de eficacia del insecticida y ocasionar la contaminación de aguas y suelos, por lo que se recomienda solo en casos en que la población de *N. fulva* sea muy alta (Arcila & Quintero, 2005). El costo de manejo es muy grande, tan solo en Estados Unidos las especies invasoras causan un estimado de \$ 120 mil millones de dólares en daños ambientales anualmente. Aunque no hay mucha información sobre el estado actual de *N. fulva* como una plaga económica, se pueden establecer similitudes con otras especies invasoras de hormigas. Solamente en Texas, *S. invicta* causa \$ 671 millones de dólares en daños anuales y costos de control en agricultura, hogares, campos de golf, escuelas y lugares públicos (Lard *et al.*, 2002).

Control biológico: se conocen muy pocos enemigos naturales para esta especie. *Macrodyneuchus sellnicki* es el único parasitoide conocido por el momento, (Gómez & Lastra, 1997; CENICAÑA, 1999). Este ácaro se desarrolla como ectoparasitoide de las pupas (González *et al.* 2004). Es necesario estudiar sobre la biología de este parasitoide para explorar la posibilidad de utilizarlo como controlador biológico de *N. fulva* (Della-Lucia, 2003; González *et al.*, 2004). Por otro lado, un enemigo natural, que puede ser un candidato para control biológico de esta hormiga, es *Pseudacteon convexicauda*, la cual parasita a *N. fulva* en Brasil y Argentina (Brown *et al.*, 2011).

También se ha encontrado que dos especies de hormigas, *S. geminata* y *Labidus coecus*, pueden ser un elemento regulador de las poblaciones de *N. fulva*, debido a su elevada agresividad en la competencia por las fuentes de alimento (Vargas *et al.*, 2004). Recientemente se encontró un microsporidio infectando poblaciones de “la hormiga loca” en Texas y Florida, este entomopatógeno produce tres tipos de esporas que infectan los cuerpos grasos de todas las etapas de vida de *N. fulva* (Plowes *et al.*, 2015).

## 7. Normatividad

### a. Nacional

México firmó el Convenio sobre la Diversidad Biológica el trece de junio de 1992 y lo confirmó el once de marzo de 1993, dicho convenio reconoce el valor intrínseco de la biodiversidad y de los valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos,

educativos, recreativos y estéticos de la diversidad biológica. Este acuerdo establece que en la medida de lo posible se impedirá la introducción y se controlarán y/o erradicarán las especies exóticas que amenacen los ecosistemas del país (CONABIO, 2016). Para cumplir con estos objetivos es necesario reconocer a las especies exóticas así como determinar su capacidad invasiva con el apoyo de los Análisis de Riesgo existentes en México para algunas especies. Tomando en cuenta lo anterior la SEMARNAT publicó el "Acuerdo por el que se determina la lista de especies exóticas invasoras para México" que entró en vigor el 07 de diciembre del 2016. Dicho acuerdo incluye a *N. fulva*, aunque en este documento aún se menciona a tal especie como *Paratrechina fulva*. El objetivo de este acuerdo es prevenir la introducción de especies invasoras al territorio mexicano y evitar que causen graves desequilibrios ecológicos (SEMARNAT, 2016).

#### **b. Internacional**

El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" en Colombia declaró en 2005 como especie invasora a *N. fulva*, porque es una hormiga que ha causado graves problemas en diversos ecosistemas, ha sido reportada como exterminadora de cangrejos y como causante de daños en los procesos reproductivos de reptiles, aves y mamíferos (Estades, 1998; Reyes-Bello, 2014). En diciembre de 2014 el Instituto Colombiano Agropecuario declaró el estado de Emergencia Fitosanitaria en los departamentos de Boyacá y Santander por las altas incidencias de los barrenadores del tallo (*Diatraea* spp) y la hormiga loca *N. fulva* en los cultivos de caña panelera (*Saccharum officinarum*) (Resolución ICA 4347, 2014).

### **8. Resultados del Análisis de riesgo**

**Especie:** *Nylanderia fulva*

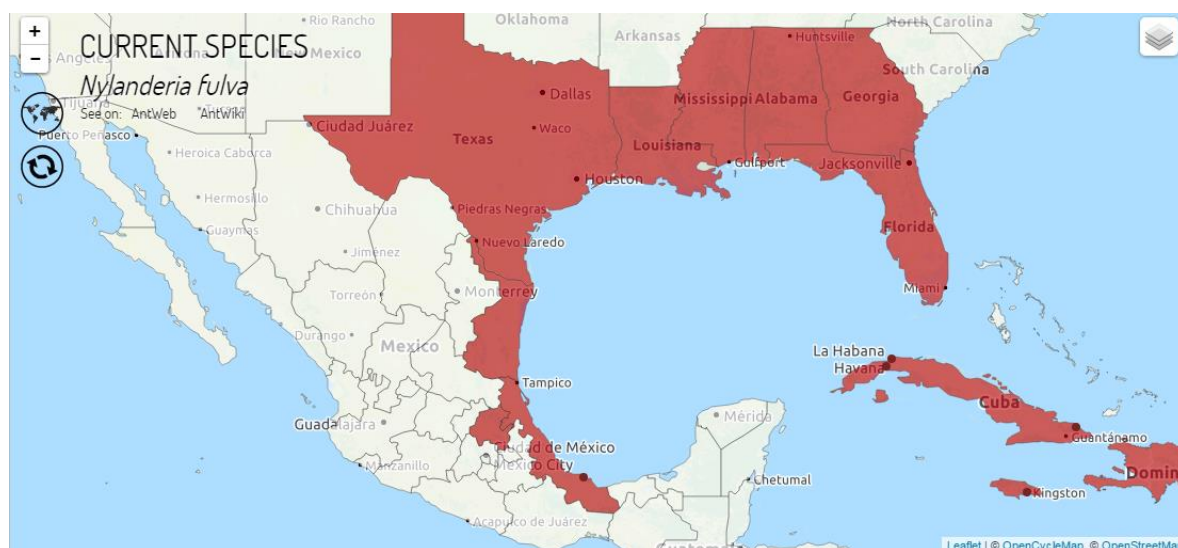
**Estatus:** Especie de alto riesgo

### **9. Resumen y conclusiones**

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). Debido a su gran éxito como especie invasora en diferentes ecosistemas, se recomienda desarrollar un programa efectivo de manejo de *N. fulva* en México. A continuación se dan una serie de acciones claves basadas en los programas de manejo actuales en Galápagos (Causton *et al.*, 2012):

- Prevención de nuevas introducciones y pronta detección de la especie: de acuerdo a los registros actuales en México y Estados Unidos de *N. fulva* (Figura 45), se sugiere un monitoreo extenso en los estados que colindan con El Golfo de México; Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán donde los pastizales y zonas urbanas pueden ser los más susceptibles a invasiones. Además se debe realizar una recolecta intensa en el Norte del país, principalmente en los siguientes estados; Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Sonora y Baja California, teniendo especial atención en zonas cultivadas de pastizal y urbanas. Para la realización de esta

actividad es necesario capacitar al personal involucrado en detecciones de especies invasoras, entregándoles herramientas de identificación como claves accesibles, fotografías de *N. fulva* y una ficha técnica.



**Figura 45.** Registros de *Nylanderia fulva* en territorio Mexicano y la frontera con Estados Unidos. (antmaps.org; <http://www.antmaps.org/?mode=species&species=Nylanderia.fulva>).

- El control biológico tiene el potencial para eliminar a *N. fulva* de áreas infestadas y restaurar los ecosistemas invadidos. Los potenciales enemigos naturales que pueden usarse como agentes de control biológico incluyen la mosca *Pseudacteon convexicauda*, el parásito microsporidio *Myrmecomorba nylanderiae* y un nuevo virus poliédrico (Wang *et al.*, 2016).
- Se debe realizar un monitoreo de las poblaciones de la hormiga y en caso de que la densidad de población sea alta, se puede utilizar el control con cebos tóxicos.
- Se recomienda utilizar la siguiente formulación para el cebo tóxico en sistemas agrícolas; salvado de trigo + harina de pescado + fipronil 0.2 %, aplicando en el terreno a tratar 12 kg/ha. El método de aplicación del cebo tóxico en el terreno debe ser mediante franjas, líneas, bandas o chorros distanciados 10 m entre sí (Echeverri, 2013).
- En caso de decidir utilizar insecticidas de contacto, es necesario que estos no se apliquen de manera indiscriminada, ni continuamente, ya que se pueden diezmar los enemigos naturales de *N. fulva* y esto provocará una alta densidad de población de esta hormiga.
- En sistemas agrícolas es necesario vigilar las asociaciones de “homópteros” con *N. fulva*, ya que esta situación puede generar el crecimiento de las poblaciones de la hormiga y la pérdida de producción en cultivos.
- La investigación futura en México sobre *N. fulva* puede centrarse en la dinámica de poblaciones, la ecología, la historia natural y la identificación del grado de infestación en el país para entender mejor las causas y consecuencias de la invasión de esta especie.

## 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.
- AntWeb.** 2016. *Nylanderia fulva*. Fecha de actualización: 22 de noviembre de 2016.  
<https://www.antweb.org/description.do?species=megacephala&genus=pheidole&rank=species>
- AntWiki.** 2016. *Nylanderia fulva*. Fecha de actualización: 22 de noviembre 2016.  
[http://www.antwiki.org/wiki/Nylanderia\\_fulva](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, 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.
- Arcila, 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. & 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.
- Bolton, B.** 1995. *A New General Catalogue of the Ants of the World*. Cambridge, MA. Harvard University Press. 222 p. ISBN: 9780674021518
- Brown, B. V., Schneider, S. A. & LaPolla, J. S. A.** 2011. New North American species of *Pseudacteon* (Diptera: Phoridae), parasitic on *Nylanderia arenivaga* (Hymenoptera: Formicidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 104: 37-38.
- Bueno, O. C.** 1995. Formigas nos hospitais. *Ciência Hoje*. 19 (111): 12-13.
- Bueno, O. C. & Campos-Farinha, A. D. C.** 1998. Formigas urbanas: comportamento das espécies que invadem as cidades brasileiras. *Vetores Pragas*. 1 (12): 13-16.
- 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.
- Causton, C. E., Sevilla, C., Cabrera, W., Carrion, A. & Carrion, V.** 2012. Plan Estratégico Manejo Hormigas Invasoras Galápagos. Reporte técnico. Fundación Charles Darwin, Dirección Parque Nacional Galápagos, Island Conservation. 20 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.

**CENICAÑA**. 1999. Informe anual. Macroproyecto Producción de Alta Sacarosa Estable. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali, CO. 114 p.

**CONABIO**. 2016. CBD-Implementación en México. Fecha de actualización: 27 de noviembre 2016.

[http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/implementacion\\_cbd\\_mex.html](http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/implementacion_cbd_mex.html)

**Coronado-Blanco, J. M., Ruíz-Cancino, E., Flores-Maldonado, K. Y., Vásquez-Bolaños, M., Dubovikoff, D. A. & Horta-Vega, J. V.** 2013. Formicidae (Hymenoptera) del estado de Tamaulipas. *CienciaUAT*. 7 (2): 12-17.

**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.

**Echeverri, C.** 2013. Evaluación de dos cebos tóxicos para el control de *Nylanderia fulva* (Formicidae) en cultivos de café. *Fitosanidad*. 17 (1): 11-17.

**Emery, C.** 1925. Hymenoptera. Fam. Formicidae. Subfam. Formicinae. *Genera Insectorum*. 183: 1-302.

**Estades, C. F.** 1998. Especie non grata: efectos ecológicos de las especies exóticas. *Ciencia al día*. 1 (2): 2-12.

**Fernández, F.** 2000. Notas taxonómicas sobre la “hormiga loca” (Hymenoptera: Formicidae: *Paratrechina fulva*) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*. 26 (3-4): 145-149.

**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.

**Flores-Maldonado, K. Y. & González-Hernández, H.** 2005. La mirmecofauna en árboles de mango. En: Sánchez-Ramos, G., Reyes-Castillo, G. P. y Dirzo, R. (Eds.). *Historia natural de la reserva de la biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. 483-488 p.

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

**Forel, A.** 1908. Fourmis de Costa-Rica récoltées par M. Paul Biolley. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*. 44: 35-72.

**Fowler, H. G., Bernardi, J. V. E., Delabie, J. C., Forti, L. C. & Pereira-da-Silva, V.** 1990. Major ant problems of South America. In: Vander Meer, R. K., Jaffe, K. & Cedeno, A. (Eds.). *Applied myrmecology*. Westview, Boulder, Colorado, USA. 3-14 p.



- Fowler, H. G., Bernardi, J. V. E., Delabie J. C., Forti, L. C., Pereira-da-Silva, V. & Gómez, L. A.** 1999. Manejo Integrado de la hormiga loca *Paratrechina fulva* (Mayr). Segundo Informe. Contrato Colciencias-Cenicaña. Código 2214-531-97. 33 p.
- Gómez, L. A.** 1999. Segundo informe anual: manejo integrado de la hormiga loca *Paratrechina fulva*. Informe COLCIENCIAS-CENICANA. Cali. 33 p.
- Gómez, L. A.** 2001. Manejo Integrado de la hormiga loca *Paratrechina fulva* (Mayr). Cuarto Informe. Contrato Colciencias-Cenicaña. Código 2214- 531-97.
- Gómez, L. A. & Lastra, L. A.** 1997. Avances en el manejo de la "hormiga loca" *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae) en el cultivo de la caña de azúcar. Memorias IV Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar. TECNICAÑA. Cali, Colombia. 121-131 p.
- González, V. E., Gómez, L. & Mesa, C.** 2004. Observaciones sobre la biología y comportamiento del ácaro *Macrodinychus sellnicki* (Mesostigmata: Uropodidae) ectoparásitoide de la hormiga loca. *Revista Colombiana de Entomología*. 5 (2): 145-149.
- Gotzek, D., Brady, S. G., Kallal, R. J. & LaPolla, J. S.** 2012. The importance of using multiple approaches for identifying emerging invasive species: the case of the Raspberry crazy ant in the United States. *PLoS One*. 7 (9): e45314.
- Guzmán-Díaz, L.** 2014. Diversidad de formícidos (Hymenoptera: Formicidae) en el bosque mesófilo de montaña de la Reservade la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México.
- 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.
- Holway, D. A., Lach, L., Suárez, A., Tsutsui, N. D. & Case, T. J.** 2002. The causes and consequences of ant invasions. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 33: 181-233.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O.** 1990. *The ants*. Cambridge. Belknap/Harvard University Press. 732 p. ISBN 9780674040755
- Hooper-Bui, L. M., Strecker, R., Chen, X., Aguillard, D. & Miller, A.** 2010. Super colonies of crazy ants in Louisiana. Proceedings of the 2010 Imported Fire Ant and Invasive Ant Conference. Little Rock Arkansas, USA. 13-16 p.
- Human, K. G. & Gordon, D. M.** 1997. Effects of argentine ants on invertebrate biodiversity in northern California. *Conservation Biology*. 11: 1242-1248.
- Kempf, W. W.** 1972. Catalogo abreviado das formigas da regio Neotropical (Hym. Formicidae). *Studia Entomologica*. 15: 1-4.
- LaPolla, J. S., Brady, S. G. & Shattuck, S. O.** 2010. Phylogeny and taxonomy of the *Prenolepis* genus-group of ants (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology*. 35: 118-131.

- LaPolla, J. S., Brady, S. G. & Shattuck, S. O.** 2011. Monograph of *Nylanderia* (Hymenoptera: Formicidae) of the world: an introduction to the systematics and biology of the genus. *Zootaxa*. 3110: 1-9.
- Lard, C., Willis, D. B., Salin, V. & Robison, S.** 2002. Economic assessments of red imported fire ant on Texas' urban and agricultural sectors. *Southwest Entomology*. 25: 123-137.
- LeBrun, E. G., Abbott, J. & Gilbert, L. E.** 2013. Imported crazy ant displaces imported fire ant, reduces and homogenizes grassland ant and arthropod assemblages. *Biological invasions*. 15 (11): 2429-2442.
- MacGown, J. A. & Layton, B.** 2010. The invasive Raspberry crazy ant, *Nylanderia* sp. near *pubens* (Hymenoptera: Formicidae) reported from Mississippi. *Midsouth Entomologist*. 3: 44-47.
- 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.
- Mariconi, F. A. M.** 1979. As saúvas. Circular Técnica. Instituto de pesquisas e estudos florestais. IPEF-ESALQ/USP. 77: 1-7.
- 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.
- 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.
- Meyers, J. M.** 2008. Identification, distribution, and control of an invasive pest ant, *Paratrechina* sp. (Hymenoptera: Formicidae), in Texas. Doctoral dissertation, Texas A&M University.
- Nieves-Gonzáles, 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., Wilson C., McCullum C., Huang, R., Dwen, P., Flack, J., Tran, Q., Saltman, T. & Cliff, B.** 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. *BioScience*. 47 (11): 747-757.
- 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.
- Plowes, R. M., Becnel, J. J., LeBrun, E. G., Oi, D. H., Valles, S. M., Jones, N. T. & Gilbert, L. E.** 2015. *Myrmecomorba nylanderiae* gen. et sp. nov., a microsporidian parasite of the tawny crazy ant *Nylanderia fulva*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 129: 45–56.

**Quiroz-Robledo, L. N. & Valenzuela Gonzalez, J. E. 1993.** Contribucion al conocimiento de la mirmecofauna del estado de Hidalgo, Mexico (Hymenoptera: Formicidae). En: Villavicencio-Nieto (Ed.). *Flora y Fauna del Estado de Hidalgo*. Universidad Autónoma de Hidalgo. 340-393 p.

**Resolución ICA 4347.** 2014. Por medio de la cual se declara el estado de Emergencia Fitosanitaria en los departamentos de Boyacá y Santander por las altas incidencias de los barrenadores del tallo (*Diatraea*spp) y la hormiga loca *Nylanderia fulva* en los cultivos de caña panelera (*Saccharum officinarum*) (Diario Oficial No. 49.369 de 18 de diciembre de 2014).

**Reyes- Bello, J. C.** 2014. Identificación de ácaros interceptados en plantas y productos vegetales importados en tres puertos marítimos de Colombia. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Colombia.

**Sanabria-Blandón, M. C. & Chacón de Ulloa, P.** 2009. Ants as potential pest of butterflies in three rearing in the southwest of Colombia. *Acta Agronómica*. 58 (1): 47-52.

**SEMARNAT.** 2016. Acuerdo por el que se determinala lista de las especies exóticas invasoras para México. Archivo Regulación. Fecha de actualización: 10 de febrero de 2017.

[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016)

**Snelling, R. R. & Hunt, J. H.** 1975. The ants of Chile (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Chilena de Entomología*. 9: 63-129.

**Tsutsui, N. D. & Suárez, A. V.** 2003. The colony structure and Population Biology of Invasive ants. *Conservation Biology*. 17 (1): 48-58.

**Vargas, O., Diaz, G. A., Borja, P. L., Mesa, L. A., de Polania, 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 rio Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*. 30 (2): 225-232.

**Vásquez, L. L., Peña, E. & López, D.** 2002. Manejo Integrado de Plagas. Evaluación de diferentes atrayentes e insecticidas para cebo formicida. *Fitosanidad*. 6 (1): 19-23.

**Vásquez-Bolanos, M.** 2015. Taxonomia de Formicidae (Hymenoptera) para Mexico. *Métodos en Ecología y Sistemática*. 10 (1): 1-53.

**Wang, Z., Moshman, L., Kraus, E. C., Wilson, B. E., Acharya, N. & Diaz, R.** 2016. A Review of the Tawny Crazy Ant, *Nylanderia fulva*, an Emergent Ant Invader in the Southern United States: Is Biological Control a Feasible Management Option?. *Insects*. 7 (4): 77.

**Wild, A. L.** 2007. A catalogue of the ants of Paraguay (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa*. 1622: 1-55.

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

**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-Polanía, I.** 1992. Aspectos Biológicos y de manejo de la Hormiga loca. Seminario Hormigas: Características, daños y manejo. *Miscelanea Sociedad Colombiana de Entomología*. 32- 41.

**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.

**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.

**Zolessi, L. C., Abenante, Y. P. & Philippi, M. E.** 1989. Catálogo sistemático de las especies de Formicidos del Uruguay (Hymenoptera: Formicidae). Montevideo: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe. 40 p.

## 10 Hormigas introducidas en México

Las hormigas introducidas a territorio nacional son diversas, sin embargo no se tenía hasta ahora un listado completo de estas especies para México. Para el actual reporte se hizo una revisión de la literatura que se refiere a hormigas exóticas en México. También contactamos a mirmecólogos del país para obtener datos completos de museos. Finalmente tuvimos la colaboración de Antmaps. Org para la obtención de datos de distribución de dichas especies.

A continuación se enlistan las especies introducidas para México así como información sobre su taxonomía, distribución y biología y ecología de cada especie:

### *Anoplolepis gracilipes*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Formicinae Tribu: Plagiolepidini, Género: Anoplolepis, Especie: Anoplolepis gracilipes (Smith, F., 1857).

#### Distribución

Un estudio reciente utilizando modelos de nicho ecológico (Chen, 2008) sugiere que *A. gracilipes* se originó en el sur de Asia, se expandió a Europa y luego a regiones Afrotropicales, después de lo cual formó su distribución actual.

*A. gracilipes* se ha encontrado ampliamente en tierras bajas tropicales húmedas de Asia, del Océano Índico y del Océano Pacífico (Harris *et al.*, 2005). El actual rango de distribución adecuado puede incluir el área latitudinal de 35 S y 35 N en todo el mundo (Chen, 2008). Se ha introducido en partes de África, incluyendo Sudáfrica y Tanzania; América Central y del Sur incluyendo Brasil, Panamá y México; Australia en Territorio del Norte (Wetterer, 2005) y Queensland (Csurhes, 2012). En Asia tropical, *A. gracilipes* se ha registrado en: Brunei, Camboya, China, India, Indonesia, Malasia, Myanmar, Papua Nueva Guinea, Filipinas, Singapur, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia y Vietnam (Wetterer, 2005). Se ha introducido en algunas islas del Caribe (McGlynn, 1999), algunas islas del Océano Índico y algunas islas del Pacífico, incluyendo Japón (Islas Amami Oshima, Bonin, Okinawa y Minami-Daito), Polinesia y Melanesia (Matsui *et al.*, 2009).

#### Biología y ecología

*A. gracilipes* tiene una dieta generalista, característica de muchas hormigas invasoras (CABI, 2017). Este régimen aumenta la capacidad de invasión de una hormiga debido a la mayor capacidad de obtener nutrientes de los recursos disponibles, incluyendo granos, semillas, artrópodos, materia en descomposición y vegetación (Ness y Bronstein, 2004).

Tiene una amplia capacidad para forrajear durante todo el día y la noche y en una amplia gama de temperaturas lo que le permite alterar rápidamente los ecosistemas invadidos. Las altas temperaturas por arriba de 44 °C interrumpen la actividad de las colonias y comienza a disminuir de alrededor de 25 °C (Mau y Kessing, 1992).

Las colonias de *A. gracilipes* son poligínicas y generalmente sin agresión intraespecífica entre las obreras (Passera, 1994). Se han registrado densidades de 20 millones de

hormigas por hectárea en la Isla de Navidad (Abbott *et al.*, 2005). La producción de las fluctúa, pero es continua durante todo el año. La dispersión natural se realiza por medio de fisión colonial (CABI, 2017).

### ***Cardiocondyla emeryi***

#### **Taxonomía/especies**

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Myrmicinae Tribu: Crematogastrini, Género: Cardiocondyla, Especie: *Cardiocondyla emeryi* Forel, 1881.

#### **Distribución**

Es una especie vagabunda que es común en muchas regiones tropicales del mundo (Antwiki, 2017a). Es nativa de África pero se ha introducido en parte de Europa, Australia, Nueva Guinea y América (AntCat, 2017):

Región Afrotropical: Angola, Botsuana, Camerún, Comoras, Gambia, Ghana, Kenia, Mozambique, Nigeria, Ruanda, Sudáfrica, Sudán, República Unida de Tanzania, Yemen, Zimbabue.

Región Australasia: Australia (localidad tipo), Nueva Caledonia, Isla Norfolk.

Región Indo-Australiana: Borneo, Islas Cook, Fiyi, Polinesia Francesa, Hawái, Indonesia, Malasia, Nueva Guinea, Niue, Samoa, Tonga, Wallis y Futuna.

Región Malgache: Madagascar, Mauricio, Seychelles.

Región Neártica: Estados Unidos.

Región Neotropical: Anguila, Aruba, Bahamas, Barbados, Bermudas, Islas Vírgenes Británicas, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Islas Galápagos, Antillas Mayores, Guadalupe, Haití, Honduras, Antillas Neerlandesas, Puerto Rico, Islas Turcas y Caicos.

Región Oriental: Sri Lanka, Tailandia, Vietnam.

Región Paleártica: Islas Canarias, Egipto, Irán, Israel, España, Suiza.

#### **Biología y ecología**

Se alimentan de néctar y otros insectos, en general son omnívoras. Son poligínicas, es decir existen varias reinas en un nido. Con respecto al forrajeo tienen una limitante importante, se ha observado que no presentan actividad por debajo de los 21 °C (Antwiki, 2017a).

### ***Cardiocondyla mauritanica***

#### **Taxonomía/especies**

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Myrmicinae, Tribu: Crematogastrini, Género: Cardiocondyla, Especie: *Cardiocondyla mauritanica* Forel, 1890.

#### **Distribución**

Nativa del noroeste de África hasta la India. Es una especie vagabunda común en muchas regiones tropicales del mundo (AntCat, 2017):

Región Afrotropical: Emiratos Árabes Unidos.

Región Indo-Australiana: Nueva Guinea, Filipinas.

Región Neártica: Estados Unidos.

Región Neotropical: Barbados, Guadalupe, México, Puerto Rico.

Región Oriental: India, Nepal.



Región Paleártica: Argelia, Islas Baleares, Islas Canarias, Egipto, Grecia, Península Ibérica, Irán, Israel, Jordania, Libia, Malta, Portugal, Túnez, Turquía.

### Biología y ecología

*C. mauritanica* prefiere semi-desiertos y otros hábitats xerotérmicos (Seifert, 2003). A pesar de su éxito en la invasión de nuevos hábitats, *C. mauritanica* sigue siendo un miembro discreto de la fauna de hormigas a lo largo de su área de distribución, además no se ha reportado que cause daños a los seres humanos y a las especies nativas. Se sabe que esta especie es polidómica y poligínica, fundando nuevas colonias por medio de la división del nido (Seifert, 2003).

### *Cardiocondyla minutor*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Myrmicinae, Tribu: Crematogastrini, Género: *Cardiocondyla*, Especie: *Cardiocondyla minutor* Forel, 1899.

#### Distribución

*C. minutor* es nativa de la región Indomalaya (Seifert 2003). Es una especie pantropical vagabunda (Antwiki, 2017b).

#### Biología y ecología

La anidación suele ser en suelos poco profundos en áreas abiertas y perturbadas con terreno desnudo o con escasa vegetación. Los tamaños típicos de las colonias son menos de 500 obreras (Seifert, 2003). No se tiene reportada como plaga en ninguna área ni se sabe que causa daño a ninguna especie nativa en su rango introducido (Antwiki, 2017b).

### *Cardiocondyla nuda*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Myrmicinae, Tribu: Crematogastrini, Género: *Cardiocondyla*, Especie: *Cardiocondyla nuda* (Mayr, 1866).

#### Distribución

El rango de esta especie se limita a la región tropical y subtropical del Pacífico (AntWiki, 2017c):

Región Australasia: Australia, Isla Norfolk.

Región Indo-Australiana: Islas Cook, Fiyi, Hawái, Kiribati, Micronesia, Nueva Guinea, Niue, Pitcairn, Islas Salomón, Tokelau, Tonga, Vanuatu, Wallis y Futuna.

Región Neotropical: Islas Galápagos, México, Puerto Rico.

Región Oriental: Bangladesh, India, Isla Nicobar, Tailandia, Vietnam.

Región Paleártica: Afganistán, China, Israel, Japón, República de Corea.

#### Biología y ecología

Esta especie se encuentra en una gama de hábitats naturales a urbano. Prefiere áreas con precipitaciones anuales > 1000 mm (AntWiki, 2017c). Poco se sabe sobre *C. nuda*, hasta que otros estudios revelen más acerca de esta especie podemos inferir que su historia natural y biología es probablemente similar a otros miembros del género (AntWiki, 2017c).

### ***Cardiocondyla obscurior***

#### **Taxonomía/especies**

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Myrmicinae, Tribu: Crematogastrini, Género: *Cardiocondyla*, Especie: *Cardiocondyla obscurior* Wheeler, W.M., 1929.

#### **Distribución**

Especie nativa sudeste de Asia (Seifert, 2003). Esta hormiga es introducida en las regiones: Afrotropical, Australasia, Neártica, Oceanía, bioregiones Paleárticas.

Región Afrotropical: Comoras.

Región Indo-Australiana: Samoa Americana, Fiyi, Guam, Micronesia, Nueva Guinea, Islas Marianas del Norte.

Región Neártica: Estados Unidos.

Región Neotropical: Barbados, Bermudas, Brasil, Costa Rica, Guadalupe, México.

Región Oriental: Taiwán.

Región Paleártica: Islas Canarias, Israel.

#### **Biología y ecología**

Anida en cavidades de arbustos y árboles de 2 a 5 m por encima del nivel del suelo. No está reportada como especie plaga a lo largo de su distribución (AntKey, 2017a).

### ***Cardiocondyla venustula***

#### **Taxonomía/especies**

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Formicidae, Tribu: Crematogastrini, Género: *Cardiocondyla*, Especie: *Cardiocondyla venustula* Wheeler, W. M., 1908.

#### **Distribución**

Es una especie nativa de África que se ha extendido a áreas subtropicales y tropicales de Norteamérica, Centroamérica y el Caribe (Deyrup & Cover, 2000; Seifert, 2003):

Región Afrotropical: Mozambique, Namibia, Zimbabwe.

Región Indo-Australiana: Hawái.

Región Neártica: Estados Unidos.

Región Neotropical: Barbados, Cuba, República Dominicana, Antillas Mayores, Haití, Honduras, México y Puerto Rico.

#### **Biología y ecología**

*C. venustula* anida en áreas abiertas como campos y playas, ha tenido éxito en la invasión de nuevos hábitats, sin embargo sigue siendo un miembro discreto de la fauna de las hormigas a lo largo de su área de distribución y no se ha reportado que cause daño tanto a los seres humanos como a las especies nativas (Seifert, 2003).

### ***Cardiocondyla wroughtonii***

#### **Taxonomía/especies**

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Formicidae, Tribu: Crematogastrini, Género: *Cardiocondyla*, Especie: *Cardiocondyla wroughtonii* (Forel, 1890).

### Distribución

*C. wroughtonii* es una especie vagabunda probablemente originaria del Sudeste Asiático, sin embargo actualmente su distribución se ha extendido en los trópicos y subtrópicos (AntWiki, 2017d):

Región Afrotropical: Kenia, Arabia Saudita, Somalia, República Unida de Tanzania.

Región Australasia: Australia, Nueva Caledonia.

Región Indo-Australiana: Borneo, Hawái, Indonesia, Malasia, Nueva Guinea, Filipinas.

Región malgache: Mayotte.

Región Neártica: Estados Unidos.

Región Neotropical: Cuba, Guadalupe, Martinica, México.

Región Oriental: Camboya, India (tipo localidad), Laos, Taiwán, Tailandia, Vietnam.

Región Paleártica: China, Israel, Japón.

### Biología y ecología

*C. wroughtonii* anida en vegetación (Seifert, 2003). No se considera una plaga, tampoco se tienen reportes de afectaciones a los ecosistemas nativos (AntKey, 2017). Esta especie es polidómica, poliginia y funda nuevas colonias mediante la división de nidos (Debout *et al.*, 2007). Los tamaños típicos de las colonias son menos de 500 obreras (Seifert, 2003).

### *Crematogaster obscurata*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Myrmicinae, Tribu: Crematogastrini, Género: *Crematogaster*, Especie: *Crematogaster obscurata* Emery, 1895

#### Distribución

Esta especie nativa de Centroamérica y Sudamérica ha sido introducida a México y Estados Unidos (AntMaps, 2017a).

Región Neártica: Estados Unidos.

Región Neotropical: Belice, Colombia, Costa Rica, Guatemala, México, Panamá y Venezuela.

#### Biología y ecología

*C. obscurata* ocurre en hábitats de bosque seco y márgenes de playa, es una especie xerófila (Longino, 2003). La especie se considera inofensiva en su gama nativa e introducida (Deyrup, 2007).

### *Hypoponera ergatandria*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia:, Tribu:, Género:, Especie:

#### Distribución

Nativa de África, se ha introducido en Europa, Asia, Norte, Centro y Sudamérica (AntMaps, 2017b; AntWiki, 2017e):

Región Afrotropical: República Unida de Tanzania.

Región Indo-Australiana: Hawái, Indonesia.

Región Neotropical: Islas Vírgenes de los Estados Unidos.

Región Paleártica: Bélgica, Alemania, Japón, Polonia, España, Suiza, Reino Unido, Gran Bretaña e Irlanda del Norte.

### Biología y ecología

Prefieren ambientes húmedos con materia orgánica en descomposición. Es una hormiga débilmente poligínica y ocasionalmente polidómica. Se alimentan de colémbolos y otros artrópodos (Seifert, 2013).

### *Hypoponera opaciceps*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Ponerinae, Tribu: Ponerini, Género: *Hypoponera*, Especie: *Hypoponera opaciceps* (Mayr, 1887).

#### Distribución

En el Nuevo mundo esta especie se distribuye desde Carolina del Sur a través de la Florida, al oeste a Colorado, América Central y del Sur, es presumiblemente nativa de este rango (Wild, 2007). En el Viejo Mundo, su distribución es más irregular, pero está particularmente extendida en las islas del Pacífico. Probablemente fue transportada por el comercio de los Neotrópicos a las áreas tropicales del Pacífico (Wilson y Taylor, 1967).

### Biología y ecología

Especie criptobiótica que forrajea en la hojarasca. Con frecuencia se encuentran anidando en madera en descomposición (AntWiki, 2017f). La altitud promedio donde habita es entre 600-1200 m. Las poblaciones hawaianas forman pequeñas colonias de menos de 50 obreras en el suelo y bajo las rocas. Se reportado como una especie relativamente inocua que tiene un efecto insignificante sobre la fauna nativa (AntCat, 2017).

### *Hypoponera punctatissima*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Ponerinae, Tribu: Ponerini, Género: *Hypoponera*, Especie: *Hypoponera punctatissima*

#### Distribución

*H. punctatissima* es, sin duda la especie vagabunda más destacada del mundo (Bolton & Fisher, 2011). Su rango incluye todas las regiones zoogeográficas tropicales y subtropicales, incluyendo la mayoría de las islas oceánicas, y las zonas templadas de ambos hemisferios, donde es frecuentemente sinantrópica.

### Biología y ecología

Se encuentra a menudo en asociación con los hábitats perturbados. En el sureste de Estados Unidos, *H. punctatissima* se considera una especie de plaga debido a las molestias y picaduras causadas durante los grandes vuelos de dispersión de las hembras (Deyrup *et al.*, 2000). Se ha reportado que la especie sólo ocurre cuando las temperaturas superan los 21 ° C (Timmins y Stradling, 1993) y se alimenta exclusivamente de insectos vivos (Harris, 2003).

### *Monomorium floricola*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Myrmicinae, Tribu: Solenopsidini, Género: *Monomorium*, Especie: *Monomorium florícola* (Jerdon, 1851).

## Distribución

Probablemente se originó en Asia tropical, pero a través del comercio humano se estableció en los trópicos y sub-trópicos en todo el mundo, anidando en arbustos y árboles (AntKey, 2017b)

## Biología y ecología

Esta especie arbórea se alimenta de huevos de insectos, así como artrópodos, vivos o muertos, tiene asociaciones mutualistas con pulgones, cochinillas y otros insectos productores de melaza, además visita nectarios extraflorales y flores para obtener néctar. Sus nidos contienen varias reinas y forma nuevas colonias por fisión colonial. Por lo general se considera una plaga menor a pesar de su abundancia mundial, y parece ser capaz de coexistir con otras especies de hormigas, quizás debido a su pequeño tamaño (AntKey, 2017b).

## *Monomorium pharaonis*

### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Myrmicinae, Tribu: Solenopsidini, Género: *Monomorium*, Especie: *Monomorium pharaonis*

### Distribución

La hormiga faraón, cuyos orígenes son desconocidos, ahora se ha introducido en prácticamente todas las áreas del mundo, incluyendo Europa, las Américas, Australasia y el sudeste asiático (AntWiki, 2017):

Región Afrotropical: Angola, Camerún, República Centroafricana, Eritrea, Ghana, Guinea, Kenia, Liberia, Malí, Mozambique, Nigeria, Senegal, Sudán, República Unida de Tanzania, Zimbabue.

Región Australasia: Australia, Nueva Zelanda.

Región Indo-Australiana: Borneo, Fiya, Guam, Hawái, Indonesia, Kiribati, Malasia, Islas Marshall, Micronesia, Nueva Guinea, Islas Marianas del Norte, Filipinas, Samoa, Singapur, Islas Salomón, Vanuatu.

Región Malgache: Reunión, Seychelles.

Región Neártica: Canadá, Estados Unidos.

República Dominicana, Ecuador, Guayana Francesa, Antillas Mayores, Guyana, México, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay.

Región Oriental: Bangladesh, Camboya, India, Laos, Sri Lanka, Tailandia, Vietnam.

Región Paleártica: Albania, Armenia, Austria, Islas Baleares, Bielorrusia, Bélgica, Bulgaria, Islas Canarias, China, Croacia, Dinamarca, Egipto, Estonia, Islas Feroe, Finlandia, Georgia, Alemania, Grecia, Hungría, Irán, Iraq, Israel, Japón, Jersey, Kirguistán, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Montenegro, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, República de Corea, República de Moldavia, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Turkmenistán, Ucrania, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte.

### Biología y ecología

Esta especie es poligínica y la formación de nuevas colonias es por gemación o fisión colonial, además de ser unicolonial. *M. pharaonis* es también notable por su complejo sistema de forrajeo, que involucra complejas rutas de senderos mantenidas con varias

feromonas. Las hormigas faraón son una especie tropical, pero prosperan en construcciones humanas (Fourcassié & Deneubourg, 1992; AntKey, 2017c).

### *Monomorium subopacum*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Myrmicinae, Tribu: Solenopsidini, Género: *Monomorium*, Especie: *Monomorium subopacum*

#### Distribución

Especie introducida en: Bioregiones de Australasia, Indomalaya, Malgache, Neártica, Neotropical y Oceanía. Su ocurrencia en Madagascar y otras regiones lejos de su rango de distribución natural es debido a las actividades humanas (AntWiki, 2017g).

Afrotropical Región: Cabo Verde, Níger, Senegal, Emiratos Árabes Unidos.

Región Malgache: Madagascar.

Región Oriental: India, Sri Lanka.

Región Paleártica: Islas Baleares, Islas Canarias, Georgia, Gibraltar, Grecia, Península Ibérica, Italia, Líbano, Malta, Omán, Portugal, España, Túnez, Turquía.

#### Biología y ecología

Poco se sabe de la ecología de esta especie. Es una hormiga que tolera los ambientes perturbados (AntWiki, 2017g).

### *Nylanderia bourbonica*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Formicinae, Tribu: Lasiini, Género: *Nylanderia*, Especie: *Nylanderia bourbonica*

#### Distribución

*N. bourbonica* se encuentra comúnmente en gran parte de la India. Esta es una especie vagabunda comúnmente habita en los trópicos y subtrópicos del mundo, se ha extendido a través de grandes áreas por el comercio humano, y está asociada con disturbios humanos (Wetterer, 1998):

Región Afrotropical: Kenia, Santa Helena, República Unida de Tanzania.

Región Australasia: Australia, Nueva Caledonia.

Islas Fiyi, Guam, Hawái, Krakatoa, Islas Marshall, Micronesia, Nueva Guinea, Niue, Islas Marianas del Norte, Palau, Pitcairn, Samoa, Islas Salomón, Tokelau, Tonga, Vanuatu, Wallis e Islas Futuna.

Región Malgache: Mauricio, Reunión, Seychelles.

Región Neártica: Estados Unidos.

Región Neotropical: Barbados, Cuba, México.

Región Oriental: Bangladesh, India, Isla de Nicobar.

Región Paleártica: China.



### Biología y ecología

*N. bourbonica* tiene hábitos de anidación oportunista, se beneficia de ambientes perturbados, es generalista en sus hábitos alimenticios y polidómica (Hölldobler & Wilson, 1990). Son eficientes forrajeando y a menudo encuentran recursos más rápido que otras especies de hormigas (LaPolla *et al.*, 2011).

### *Nylanderia flavipes*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Formicinae, Tribu: Lasiini, Género: *Nylanderia*, Especie: *Nylanderia flavipes*.

#### Distribución

Región Afrotropical: Emiratos Árabes Unidos.

Región Indo-Australiana: Niue.

Región Neártica: Estados Unidos.

Región Paleártica: China, República Popular Democrática de Corea, Península Ibérica, Irán, Japón, República de Corea, España.

### Biología y ecología

Estas hormigas presentan poblaciones que son tanto monóginas como polidómicas (Ichinose, 1986). En las zonas de los EE.UU., donde invade, *N. flavipes* parece integrarse en la comunidad como una especie nativa. El único efecto observado parece ser la desaparición de *N. faisonensis*, una especie ecológicamente similar (Wetterer, 2011).

### *Paratrechina longicornis*

#### Taxonomía/especies

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Formicinae, Tribu: Lasiini, Género: *Paratrechina*, Especie: *Paratrechina longicornis*

#### Distribución

*P. longicornis* es una de las especies de hormigas más distribuidas en el mundo. Se encuentra en gran parte de los trópicos y subtrópicos donde es una plaga agrícola y doméstica. La distribución generalizada de esta especie se debe en parte, a su capacidad de prosperar en entornos perturbados y artificiales, incluso en buques de carga en el mar.

#### Biología y ecología

Estas hormigas son omnívoras oportunistas, se alimentan de insectos vivos y muertos, semillas, melaza de áfidos y frutas (Koch *et al.*, 2011). Las colonias de “hormigas locas” (*P. longicornis*) son poliginas. Los nidos contienen hasta 2000 trabajadores y 40 reinas (CABI, 2017a). La reproducción es durante todo el año en climas cálidos pero más restringida en climas fríos. Las colonias producen en nidos temporales. Estas hormigas pueden anidar en una variedad de lugares en ambientes secos a húmedos (Harris *et al.*, 2005).

### ***Tapinoma melanocephalum***

#### **Taxonomía/especies**

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Dolichoderinae, Género: Tapinoma, Especie: *Tapinoma melanocephalum*

#### **Distribución**

El rango nativo de *T. melanocephalum* es considerado generalmente el trópico del Viejo Mundo (Deyrup *et al.*, 2000). Sin embargo, ha sido dispersada por los seres humanos tan ampliamente que no está claro si su rango nativo es África o Asia (Wilson y Taylor, 1967). Es necesario construir filogenias moleculares para ayudar en la estimación de su rango nativo. Esta especie vagabunda se ha extendido ampliamente en las zonas tropicales y subtropicales del mundo y está a menudo en estrecha asociación con asentamientos urbanos (CABI, 2017b).

#### **Biología y ecología**

Estas hormigas tienen una dieta omnívora típica de muchas especies de hormigas vagabundas (CABI, 2017). *T. melanocephalum* presenta colonias con múltiples reinas y son unicoloniales (Smith, 1965). Los nidos se encuentran en el suelo, madera podrida, debajo de la corteza, en cavidades de plantas, en casas y en invernaderos (Smith, 1965).

### ***Tetramorium bicarinatum***

#### **Taxonomía/especies**

Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae, Subfamilia: Myrmicinae, Género: Tetramorium, Especie: *Tetramorium bicarinatum*

#### **Distribución**

Es una de las especies de hormigas más ampliamente distribuida en el mundo, es originaria del Indo-Pacífico (Wetterer, 2009). *T. bicarinatum* está muy extendida en gran parte del trópico y subtrópico, a excepción de África continental y Asia occidental, donde sus registros son escasos. (Wetterer, 2009).

#### **Biología y ecología**

*T. bicarinatum* es particularmente común en las zonas agrícolas (Wetterer, 2009). Los nidos suelen estar en madera muerta o tallos huecos, generalmente en los bordes de las áreas húmedas (AntWiki, 2017h).

## 11 Conclusiones y recomendaciones

Se presenta el reporte para 4 especies de hormigas con potencial invasor (*Linepithema humile*, *Nylanderia fulva*, *Solenopsis invicta* y *Pheidole megacephala*) y el resultado del análisis de riesgo realizado para cada caso, dichas especies son de alto riesgo para México. Se sugiere llevar a cabo las recomendaciones citadas en este documento para el manejo y control de estas especies invasoras. También se incluye información sobre 20 especies introducidas en el territorio mexicano, dentro de este grupo de especies exóticas se señalan 4 con potencial invasor para el país: *Anoplolepis gracilipes*, *Hypoponera punctatissima*, *Monomorium pharaonis* y *Tapinoma melanocephalum*. Este posible riesgo se debe a que en diferentes regiones del mundo estas hormigas han sido reportadas como especies invasoras causando impactos devastadores en el medio ambiente y la biodiversidad, provocando el desplazamiento de especies nativas y en algunos casos amenazando a especies en peligro de extinción. Aunado a este problema también se tienen reportes de impactos negativos al sector agropecuario y a la salud humana que se traducen en gastos económicos derivados del manejo, control y erradicación de estas especies. Debido a esta situación se recomienda realizar los análisis de riesgo para las especies citadas y monitorear su dispersión en México, con el objetivo primordial de proteger la biodiversidad del territorio nacional y evitar daños graves en agricultura, ganadería y salud.

16 especies introducidas a México, incluidas en este documento no están reportadas como plaga ni se sabe que causen daño a ninguna especie nativa en su rango introducido, sin embargo se recomienda dar seguimiento a su dispersión en el país y estudiar su comportamiento en el territorio nacional.

## Referencias bibliográficas

- AntCat.** 2017. *Hypoponera opaciceps*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
<http://www.antcat.org/catalog/438392>
- AntKey.** 2017a. *Cardiocondyla obscurior*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
<http://antkey.org/en/taxa/cardiocondyla-obscurior>
- AntKey.** 2017b. *Monomorium floricola*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
<http://antkey.org/en/taxa/monomorium-floricola>
- AntKey.** 2017c. *Monomorium pharaonis*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
<http://antkey.org/en/taxa/monomorium-pharaonis>
- Antmaps.** 2017a. *Crematogaster obscurata*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
<http://antmaps.org/?mode=species&species=Crematogaster.obscurata>
- AntWiki.** 2017a. *Cardiocondyla emeryi*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
[http://www.antwiki.org/wiki/Cardiocondyla\\_emeryi](http://www.antwiki.org/wiki/Cardiocondyla_emeryi)
- AntWiki.** 2017b. *Cardiocondyla minutior*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
[http://www.antwiki.org/wiki/Cardiocondyla\\_minutior](http://www.antwiki.org/wiki/Cardiocondyla_minutior)
- AntWiki.** 2017c. *Cardiocondyla nuda*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
[http://www.antwiki.org/wiki/Cardiocondyla\\_nuda](http://www.antwiki.org/wiki/Cardiocondyla_nuda)
- AntWiki.** 2017d. *Cardiocondyla wroughtonii*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
[http://www.antwiki.org/wiki/Cardiocondyla\\_wroughtonii](http://www.antwiki.org/wiki/Cardiocondyla_wroughtonii)
- AntWiki.** 2017e. *Hypoconera ergatandria*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
[http://www.antwiki.org/wiki/Hypoconera\\_ergatandria](http://www.antwiki.org/wiki/Hypoconera_ergatandria)
- AntWiki.** 2017f. *Hypoconera opaciceps*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
[http://www.antwiki.org/wiki/Hypoconera\\_opaciceps](http://www.antwiki.org/wiki/Hypoconera_opaciceps)
- AntWiki.** 2017g. *Monomorium subopacum*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
<http://www.antwiki.org/wiki/monomorium-subopacum>
- AntWiki.** 2017h. *Tetramorium bicarinatum*. Fecha de actualización: 11 de abril del 2017.  
<http://www.antwiki.org/wiki/tetramorium-bicarinatum>
- Bolton, B. & Fisher, B. L.** 2011. Taxonomy of Afrotropical and West Palaearctic ants of the ponerine genus *Hypoconera Santschi* (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa*. 2843: 1-118.
- CABI.** 2017a. *Paratrechina longicornis*. Fecha de actualización: 05 de mayo del 2017.  
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/44709>
- CABI.** 2017b. *Tapinoma melanocephalum*. Fecha de actualización: 05 de mayo del 2017.  
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/54310>
- Chen, Y.** 2008. Global potential distribution of an invasive species, the yellow crazy ant (*Anoplolepis gracilipes*) under climate change. *Integrative Zoology*. 3 (3):166-175.
- Csurhes, S., Hankamer, C.** 2012. Yellow crazy ant, *Anoplolepis gracilipes*. Pest animal risk assessment. Queensland, Australia: Biosecurity Queensland. Fecha de actualización: 09 de abril del 2017.  
[http://www.daff.qld.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0003/63372/IPA-Yellow-Crazy-Ant-Risk-Assessment.pdf](http://www.daff.qld.gov.au/data/assets/pdf_file/0003/63372/IPA-Yellow-Crazy-Ant-Risk-Assessment.pdf)
- Deyrup, M.** 2007. An acrobat ant, *Crematogaster obscurata* (Hymenoptera: Formicidae), poses an unusual conservation question in the Florida Keys. *Florida Entomologist*. 90 (4): 753-754.

- Deyrup, M., Davis, L. & Cover, S.** 2000. Exotic ants in Florida. Transactions of the American *Entomological Society*. 126: 293-325.
- Fourcassié, V. & Deneubourg, J.** 1992. "Collective exploration in the ant *Monomorium pharaonis* L.". *Biology and Evolution of Social Insects*. 369-373.
- Harris, A. C.** 2003. A first record of *Hypoponera punctatissima* (Roger) (Formicidae: Ponerinae) established in Dunedin, New Zealand. *The Weta*. 26: 7-11.
- Harris, R., Abbott, K., Barton, K., Berry, J., Don, W., Gunawardana, D., Lester, P., Rees, J. & Seifert, B.** 2002. The ant genus *Cardiocondyla* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae)-a taxonomic revision of the *C. elegans*, *C. bulgarica*, *C. batesii*, *C. nuda*, *C. shuckardi*, *C. stambuloffii*, *C. wroughtonii*, *C. emeryi*, and *C. minutior* species groups. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B für Botanik und Zoologie*. 203-338.
- Harris, R., Abbott, K., Barton, K., Berry, J., Don, W., Gunawardana, D., Lester, P., Rees, J., Stanley, M., Sutherland, A. & Toft, R.** 2005. Invasive ant pest risk assessment project for Biosecurity New Zealand. Series of unpublished Landcare Research contract reports to Biosecurity New Zealand. BAH/35/2004-1.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O.** 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 732 pp.
- Koch, H., Corcoran, C. & Jonker, M.** 2011. Honeydew collecting in Malagasy stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) and observations on competition with invasive ants. *African Entomology*, 19 (1): 36-41.
- LaPolla, J. S., Brady, S. G., & Shattuck, S. O.** 2011. Monograph of *Nylanderia* (Hymenoptera: Formicidae) of the World: An introduction to the systematics and biology of the genus. *Zootaxa*. 3110: 1-9.
- Longino, J. T.** 2003. The *Crematogaster* of Costa Rica. *Zootaxa*. 151: 1-150.
- Stanley, M., Sutherland, A. & Toft, R.** 2005. Invasive ant pest risk assessment project for Biosecurity New Zealand. *Series of unpublished Landcare Research contract reports to Biosecurity New Zealand*. BAH/35/2004-1.
- Maschwitz, U., Fiala, B. & Dolling, W. R.** 1987. New trophobiotic symbioses of ants with South East Asian bugs. *Journal of Natural History*. 21 (5): 1097-1108.
- McGlynn, T. P.** 1999. The Worldwide Transfer of Ants: Geographical Distribution and Ecological Invasions. *Journal of Biogeography*. 26 (3): 535-548.
- Passera, L.** 1994. Characteristics of tramp species. In: Williams, D. F. (ed). *Exotic Ants: Biology, Impact, and Control of Introduced Species*. Boulder, USA: Westview Press, 43 p.
- Smith, M. R.** 1965. House-infesting ants of the eastern United States. *Technical Bulletin*. No. 1326.
- Timmins, C. J. & Stradling, D. J.** 1993. Horse dung: a new or old habitat for *Hypoponera punctatissima* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae)?. *The Entomologist*. 112: 217-218.
- Wetterer, J. K.** 1998. Nonindigenous ants associated with geothermal and human disturbance in Hawai'i Volcanoes National Park. *Pacific Science*. 52: 40-50.
- Wetterer, J. K.** 2005. Worldwide distribution and potential spread of the long-legged ant, *Anoplolepis gracilipes* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 45 (1): 77-97.
- Wetterer, J. K.** 2009. Worldwide spread of the penny ant, *Tetramorium bicarinatum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 54 (3): 811.

**Wetterer, J. K.** 2011. Worldwide spread of the yellow-footed ant, *Nylanderia flavipes* (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist*. 94 (3): 582-587.

**Wilson, E. O. & Taylor, R. W.** 1967. The ants of Polynesia (Hymenoptera: Formicidae). *Pacific Insects Monographs*. 14: 1-109