

LA HORMIGA ARGENTINA



Estado del conocimiento e implicaciones de la invasión
para las Islas Baleares

Listado preliminar de las Hormigas de las Islas Baleares

Los autores deseamos agradecer a Joan Mayol Serra su apoyo para la realización de este trabajo

Kiko Gómez Abal

C/Rivera n 20

Marín (Pontevedra)

E-36900 España

www.hormigas.org

E-mail: kiko@hormigas.org; netodejulilla@hotmail.com

Xavier Espadaler

CREAF-Unitat d'Ecologia

Universitat Autònoma de Barcelona

E-08193 Bellaterra

<http://www.creaf.uab.es/xeg/Lasius/>

e-mail: Xavier.Espadaler@uab.es

fax: 34 93 5814151

phone: 34 93 5812768

0. Índice

| | |
|--|----|
| 0. Índice | 3 |
| 1. Introducción: Visión general de los formícidos | 6 |
| 1.1. Importancia faunística de las hormigas..... | 6 |
| 1.2. Biología general de las hormigas | 11 |
| 2. La Hormiga argentina | 13 |
| 2.1. Introducción..... | 13 |
| 2.2. Descripción | 14 |
| 2.2.1. Obrera | 14 |
| 2.2.2. Reina | 15 |
| 2.2.3. Macho | 16 |
| 2.3. Biología y ecología de la hormiga argentina: Causas de su éxito | 16 |
| 2.3.1. Hábitat preferencial..... | 16 |
| 2.3.2. Dieta | 19 |
| 2.3.3. Colonias nativas y colonias introducidas..... | 19 |
| 2.3.4. Agresión y competencia intraespecífica..... | 21 |
| 2.3.5. Eficiencia como competidor..... | 24 |
| 2.3.6. Ejecución de reinas..... | 27 |

| | |
|--|----|
| 2.3.7. Estructura de las colonias..... | 29 |
| 2.3.8. Modo de reproducción y fundación de nidos..... | 31 |
| 2.3.9. Modo de dispersión en los ecosistemas | 33 |
| 2.3.10. ¿Transición al fracaso?..... | 36 |
| 2.4. Distribución mundial | 37 |
| 2.5. La invasión de las Baleares por la Hormiga argentina. Síntesis histórica..... | 39 |
| 3. Los problemas generados por la Hormiga argentina. Casos generales. | 43 |
| 3.1. Afecciones a la fauna de hormigas | 43 |
| 3.2. Afecciones a la fauna de artrópodos | 47 |
| 3.3. Afección a otras plagas forestales | 49 |
| 3.4. Afecciones a la fauna de vertebrados | 51 |
| 3.5. Afecciones a los cultivos y otras actividades económicas humanas | 53 |
| 3.6. Afecciones a los ecosistemas | 54 |
| 3.7. Afecciones en el medio urbano | 56 |
| 3.8. Otras afecciones | 57 |
| 4. Los problemas ocasionados por la Hormiga argentina en las Baleares. | 58 |
| 5. Experiencias de control de la especie, y propuestas para las Baleares. | 62 |
| 5.1. Prevención | 62 |

| | |
|--|----|
| 5.2. Control | 63 |
| 5.3. Erradicación | 64 |
| 5.4. Propuestas para las Baleares | 66 |
| 6. La fauna de formícidos de las Illes Balears. Situación de conservación..... | 67 |
| 6.1. Listado de Formícidos de las Illes Balears | 67 |
| 6.2. Hormigas amenazadas | 68 |
| 6.2.1. <i>Aphaenogaster gemella</i> | 69 |
| 6.2.2. <i>Myrmica aloba</i> ssp. <i>albuferensis</i> | 71 |
| 6.2.3. <i>Pheidole megacephala</i> | 73 |
| 6.2.4. <i>Leptothorax</i> sp | 73 |
| 7. Bibliografía consultada | 75 |

1. Introducción: Visión general de los formícidos

1.1. Importancia faunística de las hormigas¹

Los insectos sociales, y entre ellos principalmente las hormigas y termites, son muy abundantes en la mayoría de los ecosistemas terrestres, y representan en ellos un papel fundamental. Medidas recientes sugieren que alrededor de una tercera parte de la biomasa animal total en el bosque lluvioso amazónico está compuesta por hormigas y termitas, conteniendo cada hectárea de suelo más de ocho millones de hormigas y un millón de termitas. Estas dos clases de insectos, junto con abejas y avispas, suponen algo más del 75 por ciento del total de la biomasa de insectos. Estos datos se repiten en los bosques y sabanas de Zaire y otras zonas tropicales. En la sabana de Costa de Marfil la densidad de hormigas es de 7.000 colonias y 20 millones de individuos por hectárea. En las zonas más templadas su abundancia no es menor, habiéndose descubierto una “supercolonia” de la hormiga *Formica yessensis* en Japón compuesta de 306 millones de obreras y 1.080.000 reinas viviendo en 45.000 nidos interconectados a lo largo de un territorio de 2,7 kilómetros cuadrados.

En términos globales, el conjunto de hormigas viene a representar del orden de entre un 10 y un 15% del total de la biomasa animal del planeta y su peso es similar al de toda la especie humana, en términos relativos tocamos a kilo de hormiga por kilo de humano en el planeta.

Además de abundantes, las hormigas son diversas. Esta diversidad local de hormigas es más importante que la de otros insectos sociales en las mismas zonas, y muestra cómo han evolucionado para saturar los nichos alimenticios tanto en el suelo como en la vegetación. Los datos vuelven a ser apabullantes. En la vertiente amazónica de los Andes en Perú, se recolectaron 350 especies repartidas en 71 géneros. Bajando la escala los números siguen siendo asombrosos, con 48 géneros

¹ Datos extraídos fundamentalmente de Hölldobler & Wilson (1990), salvo indicación expresa.

y 128 especies en sólo 250 metros cuadrados en Ghana o 42 especies de 26 géneros en un solo árbol en el Amazonas Peruano. En nuestras latitudes la abundancia decrece considerablemente, pero sigue siendo realmente diversa respecto de otros grupos de artrópodos. Así, en un reciente estudio de la cuenca del río Guadiamar se han encontrado 40 especies agrupadas en 19 géneros (Luque et al, 2003), en una finca urbana hasta 40 especies en 22 géneros (Espadaler & López-Soria 1991), mientras que en otras zonas como en la Sierra de Guadarrama se han listado 102 especies (Martínez 1987).

Esta diversidad satura los diferentes entornos, y las adaptaciones de cada especie son realmente sensibles a sus alteraciones, de modo que existen, por ejemplo, especies termófilas y, alternativamente, termófbas que dividen sus actividades en función de la temperatura ambiental (*Cataglyphis* es un ejemplo magnífico en la Península Ibérica) o dentro de un mismo género diferentes especies se reparten en los bosques y los claros (como en ciertas *Lasius*), además de otros muchos tipos de estratificaciones como la horaria, en altitud (tanto a gran escala en montañas como a pequeña escala en árboles tropicales), etc.

Estas características de adaptabilidad han hecho que en 1995 se discutiese el empleo de las hormigas como bioindicadores de la diversidad de los ecosistemas en el seno de la Conferencia Internacional de la IUSSI (International Union for the Study of Social Insects) en París. Este enfoque fue propuesto dentro del Grupo de especialistas en Insectos Sociales de IUCN (SCC/IUCN). Como fruto de las investigaciones realizadas, se definió el método "Ants of the Leaf Litter" o protocolo ALL, que ha pasado a ser un estándar en los estudios de biodiversidad (Agosti et al 2000).

Se conocen del orden de 11.600² especies de hormigas en todo el mundo, si bien el número de especies descritas aumenta día a día y se calcula que su número real sea el doble de esa cantidad. Revisiones recientes de ciertos grupos avalan este

² <http://pub8.ezboard.com/fantfarmfrm4.showMessage?topicID=333.topic>

punto de vista, con la revisión del género *Pheidole* añadiendo 337 nuevas especies para un total de 624 en el Nuevo Mundo (Wilson 2002) o la revisión de la tribu Dacetini donde el género *Pyramica* contiene 324 especies de las que 135 son nuevas para la ciencia, o el género *Strumigenys* con 303 especies nuevas para un total de 466 especies (Bolton 2000).

Están presentes desde el círculo ártico hasta Tasmania, Tierra del Fuego o Sudáfrica. Los únicos lugares libres de especies nativas son la Antártida, Islandia, Groenlandia, Polinesia al este de Tonga y algunas de las más remotas islas de los océanos Atlántico e Indico.

Algunas especies de hormigas altamente adaptables han sido llevadas a lo largo de todo el mundo por el comercio humano, generando multitud de problemas en todos los ámbitos. Modifican profundamente los ecosistemas, empobrecen y llegan a eliminar a las faunas locales de hormigas y otros artrópodos, afectando incluso a vertebrados. En los hospitales visitan vendajes sucios y luego llevan microbios patógenos a ropas limpias y alimentos. Existe el caso de una colonia que ocupó los laboratorios biológicos de la Universidad de Harvard durante los 60 y 70, hasta que finalmente se emprendió una campaña de exterminación tras descubrir que las obreras transportaban sustancias químicas radioactivas de placas de cultivo a las paredes circundantes (Hölldobler & Wilson 1990).

Su elevada cantidad y diversidad por fuerza tiene que reflejarse en los ecosistemas. Están entre los principales depredadores de otros insectos y pequeños invertebrados, con las repercusiones consiguientes. En Tanzania, una sola especie de hormiga (*Pachycondyla analis*) en el Parque Nacional de Namakutwa-Nyamute consume diariamente 69 millones de termitas, protegiendo del orden de 74.000 árboles (Bayliss & Fielding 2002). En los bosques europeos, una colonia de *Formica polyctena* recolecta cerca de 6 millones de presas en un terreno de un tercio de hectárea en un año y una colonia de *Formica rufa* aproximadamente 21.700 larvas de mariposa en un sólo día.

Su influencia se nota en todos los niveles de la pirámide alimenticia, incluyendo los depredadores. Disminuyen la abundancia de arañas y de carábidos, especialmente

si éstos están especializados en vivir en el suelo y en la vegetación en descomposición. En las zonas donde las hormigas no abundan, como los hábitats de montaña cuando están a suficiente altitud, los carábidos y las arañas aumentan significativamente su número. Las hormigas cortadoras de hojas (*Acromyrmex*, *Atta*) son los principales herbívoros y las plagas de insectos más destructivas de América Central y Sudamérica. Las *Messor*, *Pogonomyrmex* y otras hormigas recolectoras de semillas compiten eficazmente con mamíferos por las semillas.

Las hormigas alteran profundamente su entorno físico y juegan un papel clave en los ecosistemas. En los bosques del Norte de Estados Unidos mueven aproximadamente la misma cantidad de suelo que las lombrices de tierra y en los bosques tropicales las superan. En los bosques templados de Nueva York son las responsables de la dispersión de cerca de un tercio de las especies de plantas herbáceas, las cuales vienen a constituir el 40 por ciento de la biomasa superficial. Mediante el transporte de semillas ayudan a las plantas a superar los obstáculos naturales, como a la vegetación boscosa respecto de las rocas desnudas en Finlandia o a la vegetación de las dunas en los lagos salados en la URSS.

Como ejemplo extremo de la modificación del medio ambiente, las hormigas de la subfamilia Formicinae pueden ser responsables de gran parte del ácido fórmico encontrado en cantidades previamente inexplicadas en la atmósfera sobre el bosque amazónico y en otros hábitats ricos en estos insectos. Se estima que estas hormigas pueden liberar globalmente un millón de toneladas de ácido fórmico al año.

Pueden sobrevivir en condiciones extremas, como zonas altamente contaminadas. Poblaciones de *Myrmica ruginodis* y *Lasius niger* prosperaron cerca de una planta de nitrógeno en Polonia después de que otros invertebrados redujesen drásticamente su número. De hecho, se halló que redujeron la concentración del nitrato en el suelo, aparentemente mediante la estimulación de microorganismos que fijan el contaminante.

Individualmente, las hormigas son organismos tremendamente evolucionados y resistentes. Son resistentes a la radiación fuerte y colonias expuestas a intensas radiaciones de Cesio en un bosque francés no mostraron evidencias de declinar o

de modificar su comportamiento a lo largo de 11 meses, aún cuando algunas de las plantas vecinas perdían sus hojas o morían. Algunas especies son capaces de sobrevivir bajo el agua. Reinas y obreras de especies *Formica* pueden sobrevivir sumergidas hasta 14 días o más y su consumo de oxígeno cae hasta un valor entre el 5 y el 20 por ciento de la tasa usual en reposo. Colonias de *Cardiocondyla venustula* que viven cerca del agua en islas de los Cayos de Florida pueden resistir inmersiones en agua salada durante al menos varias horas.

La mayoría de las hormigas construyen nidos más o menos complejos en su estructura, que le proporcionan refugio ante enemigos potenciales y ante las condiciones climáticas. E. O. Wilson ha definido estos nidos como “una fábrica dentro de una fortaleza”. En estudios hechos en *F. polyctena* se ha visto que mientras la temperatura exterior es de 13 °C, en el interior puede alcanzar unos confortables 25 °C. El calor se consigue de la descomposición de los materiales del nido y del propio metabolismo de las hormigas. De hecho se ha demostrado que colonias suficientemente grandes (más de 1 millón de individuos) de *F. polyctena* no dependen necesariamente del calor del sol, esto es, son autocatalíticas, impulsadas por el calor generado por sus propios metabolismos.

Este hecho, unido a diferentes características etológicas (vida social, acopio de alimentos, ambiente controlado) hace que sean abundantes las especies de artrópodos que busquen sobrevivir asociándose de una u otra forma con las hormigas. En todo el mundo se conocen del orden de 125 familias de artrópodos diferentes agrupados en 17 órdenes que ligan de una u otra forma su destino al de las hormigas, con los ácaros y escarabajos estafilínidos como máximos exponentes de esta tendencia (Hölldobler & Wilson 1990).

Las relaciones son realmente diversas, y abarcan desde la depredación especializada, el inquilinismo, el parasitismo, la cleptobiosis, etc. Como ejemplo de estas relaciones diversas, se pueden citar diferentes especies de escarabajo *Atemeles* que viven con hormigas del género *Formica*. *Atemeles pubicollis* pasa el invierno en los nidos de *Myrmica*, y los veranos en los de *Formica polyctena*. Se alimentan de las hormigas del nido, que curiosamente cuidan y alimentan a las larvas de la especie parásita como si fuesen sus propias larvas. La comunicación de

estos escarabajos es tanto química como mecánica, haciendo contacto con las antenas sobre la cabeza de la hormiga. Para ser adoptadas, las larvas emplean medios químicos.

Desde el punto de vista del funcionamiento de los ecosistemas, los nidos de las hormigas son “manchas” de nutrientes debido precisamente a que las hormigas transportan restos de plantas y animales a su interior presentan altos niveles de carbono, nitrógeno y fósforo. Un ejemplo espectacular son los nidos de las hormigas cortadoras de hojas del género *Atta*. En los bosques lluviosos tropicales, normalmente menos del 0,1 por ciento de los nutrientes se filtra más allá de 5 centímetros bajo el suelo mientras que las obreras cortadoras de hojas transportan grandes cantidades de vegetación fresca a cámaras del nido situadas en profundidades de hasta 6 metros. Lo que esto representa para el ecosistema en flujos de nutrientes es que a través de los vertederos subterráneos abandonados de una de estas hormigas es de 16 a 98 veces el flujo en áreas de prueba similares en la hojarasca no removida. El enriquecimiento en materiales deviene en un aumento de hasta cuatro veces en el número de raicillas en el vertedero. El flujo de energía por metro cuadrado a través de los nidos es cerca de diez veces superior por metro cuadrado que en áreas de bosque lejos de los nidos.

En resumen, el papel de las hormigas y sus sociedades en los ecosistemas de la mayoría de las zonas climáticas del mundo es fundamental para la comprensión de su funcionamiento, y cualquier afcción a su diversidad o abundancia repercutirá necesariamente en el funcionamiento del ecosistema.

1.2. Biología general de las hormigas

Las hormigas se caracterizan por ser insectos sociales, y comparten este rasgo con las termitas y varias especies de abejas y avispas. Realmente van un paso más allá que el hecho de vivir en sociedad, y por ello que se las denomina eusociales o “realmente sociales”. Las características necesarias para que una comunidad de animales se denomine así son tres: dos o más generaciones se solapan en la sociedad, los adultos cuidan a los jóvenes y los adultos se dividen en castas reproductoras y castas no reproductoras

Una colonia de hormigas produce tres tipos de descendencia: Hembras no reproductivas (obreras), hembras reproductivas (reinas) y machos reproductivos. Las obreras se encargan de todas las tareas excepto de la reproducción. Las reinas, por el contrario, sólo se encargan de aparearse y poner huevos, realizando otras tareas sólo muy ocasionalmente. Los Machos sólo se reproducen, sin asumir ninguna tarea más.

El esquema más común para la reproducción es el siguiente. En la época de apareamiento las reinas y machos alados abandonan los nidos y se reúnen en grandes enjambres donde se aparean. Tras el apareamiento los machos mueren y las reinas fecundadas se disponen para la fundación de un nuevo nido. Para ello se arrancan las alas y se entierran en el suelo. Los próximos meses vivirá metabolizando los músculos alares, ya inservibles. En cuanto maduren sus ovarios comenzará a poner huevos de los que nacerán las primeras obreras que se encargarán de cuidarla y alimentarla.

Este proceso es sumamente crítico. Los depredadores capturan gran cantidad de reinas y machos antes y después del apareamiento, y las reinas deben buscar lugares apropiados para enterrarse en zonas ya habitualmente saturadas de nidos. Es muy habitual ver a las hormigas del género *Aphaenogaster* llevándose decenas reinas recién fecundadas de muy diversas especies a los nidos para devorarlas (obs. pers.). El periodo de transición hasta que nacen las primeras obreras es también sumamente complicado. Unas características no óptimas del terreno, heladas, inundaciones, etc. pueden ocasionar la muerte de la reina. De hecho se estima que de cada 500 reinas producidas sólo una logra fundar un nido viable.

No es de extrañar que una gran variedad de especies de hormigas hayan optado por otras formas de reproducción de menor coste, como en el caso de la hormiga argentina como se explica en detalle en los siguientes puntos de este documento.

2. La Hormiga argentina

2.1. Introducción

De todas las hormigas invasoras conocidas, la hormiga argentina *Linepithema humile* (conocida como *Iridomyrmex humilis* hasta 1992) es sin duda la más exitosa y dañina (Passera 1994, Chen et al. 2000).



Figura 1.- Obreras de hormiga argentina. Foto: Xavier Espadaler

En la literatura sajona se le denomina como “Argentine Ant”, si bien en los primeros tiempos no era así. Su fuente de entrada en los Estados Unidos fue el Puerto de Nuevo Orleans, por lo que se le denominó como “New Orleans Ant”, nombre que fue retirado cuando la ciudad protestó (Swoboda & Miller 2003).

En el año 1953 F. Bernard la cita por primera vez en Sóller, y desde entonces se ha dispersado por todas las Islas Baleares, afectando gravemente a la fauna local de hormigas y otros artrópodos. En las zonas invadidas es muy probable que esté afectando sobremanera a diferentes aspectos de los ecosistemas (biodiversidad, dispersión de semillas, fauna de vertebrados, especialmente lagartijas endémicas...).

En los puntos siguientes se analizan las causas del éxito de esta hormiga y las diferentes afecciones documentadas en todos los aspectos de los ecosistemas. En el punto final se describen las posibles amenazas potenciales de esta invasión.

2.2. Descripción

Sin pretender ser excesivamente profusos, se ofrece una breve descripción de las tres castas de esta hormiga, con unas notas diferenciadoras del resto de hormigas de la fauna Balear.

2.2.1. Obrera

Son monomórficas, con un tamaño aproximado de 3 mm, de color marrón, más claro en las obreras jóvenes. Presenta un sólo segmento peciolar (entre el tórax y el abdomen) claramente visible y no oculto en vista dorsal por el primer segmento del gastro. En el extremo del abdomen no presenta aguijón, sino que presenta una hendidura cloacal en forma de ranura (no circular), no flanqueada por quetas. En vista dorsal se aprecian cuatro segmentos abdominales.

Se diferencia con facilidad del resto de hormigas Baleares observando la zona clipeal. El clipeo se introduce entre las aristas frontales superando los lóbulos frontales y las inserciones de las antenas. El borde posterior del clipeo es recto y en su zona anterior (la más cercana a las mandíbulas) su borde es también recto, sin presentar ningún tipo de incisión.



Ilustración 1.- Vista dorsal de la cabeza de la obrera de la hormiga argentina. Foto: Nélio Freitas

El perfil del tórax es también muy típico, con el propodeo elevándose ligeramente sobre el mesonoto hasta la altura del pronoto y el mesonoto deprimido entre ambos.

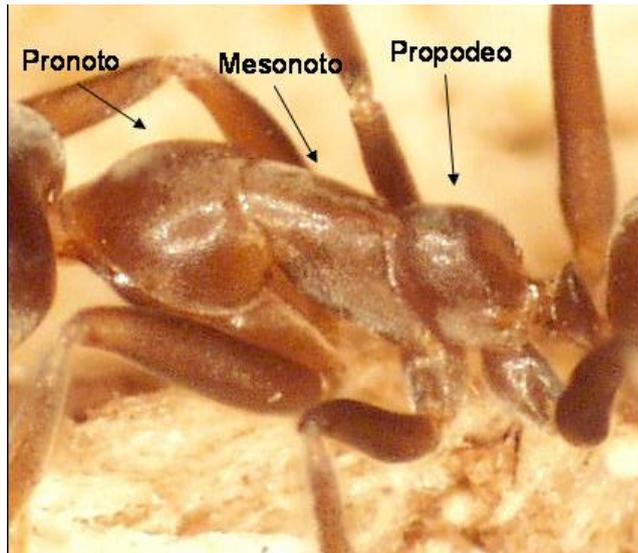


Ilustración 2.- Vista dorsolateral del tórax de la hormiga argentina. Foto: Nélio Freitas

2.2.2. Reina

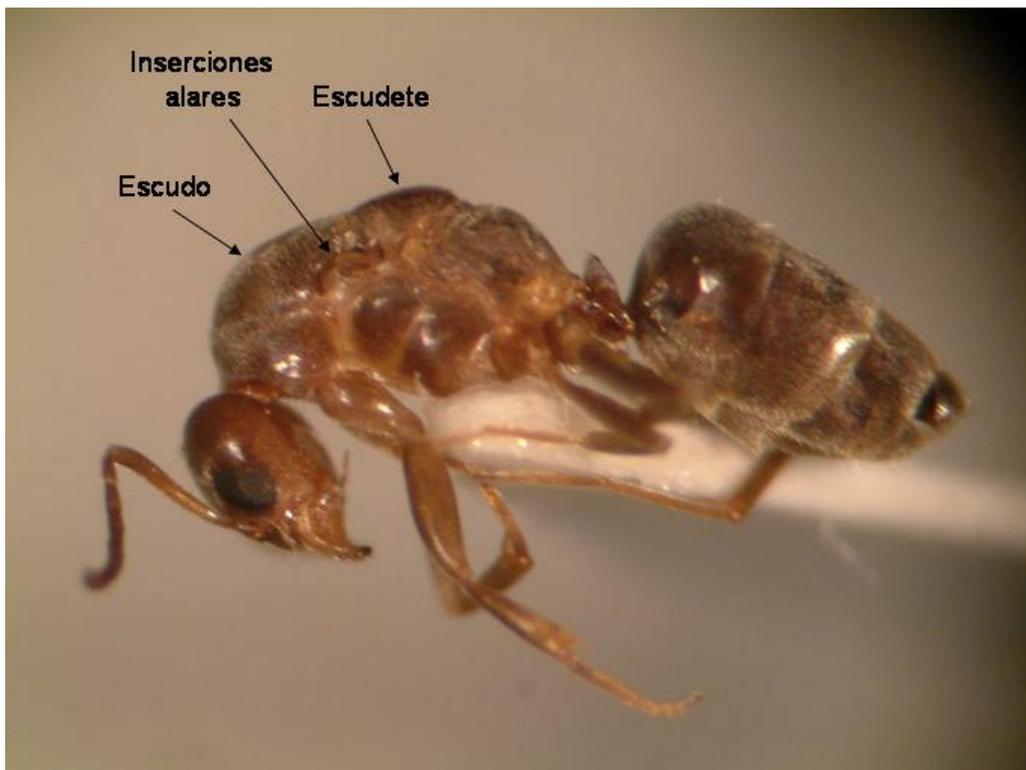


Figura 2.- Reina de hormiga argentina. Foto: Xavier Espadaler

Sus características generales son similares a las de la obrera, con el tórax típico de las reinas con la zona del escudo y escudete claramente marcadas, así como las inserciones alares. Su tamaño es aproximadamente el triple que las obreras. Presenta una pubescencia fina y tupida en todo el cuerpo excepto ciertas partes de la cabeza, laterales del tórax y apéndices.

La reina se diferencia también muy fácilmente en base a los mismos caracteres clipeales del resto de la fauna balear.

2.2.3. Macho

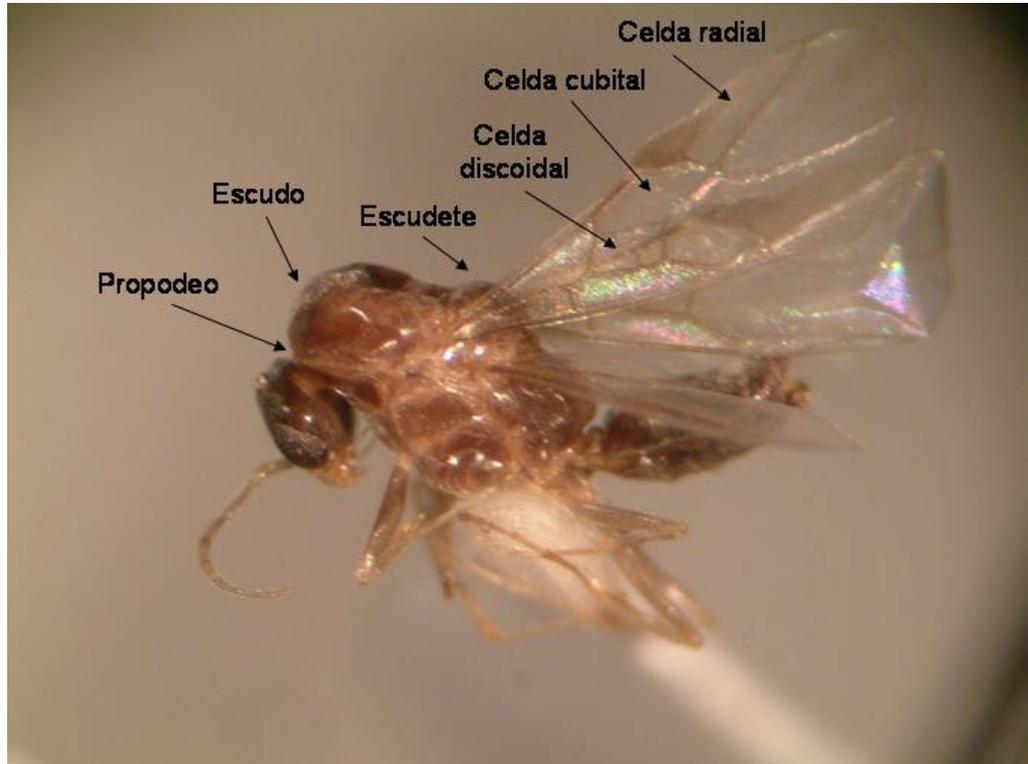


Figura 3.- Macho de hormiga argentina. Foto: Xavier Espadaler

Se diferencia del resto de los machos en base a los mismos caracteres clipeales. Las alas presentan una celda cubital, una radial y una discoidal, todas cerradas. El escudo es claramente giboso, tapando el pronoto en vista dorsal, y el escudete presenta también una forma ligeramente gibosa. Presenta el mismo tipo de pubescencia que las hembras.

2.3. Biología y ecología de la hormiga argentina: Causas de su éxito

2.3.1. Hábitat preferencial

La hormiga argentina tiene preferencia por los lugares húmedos, a ser posible con presencia permanente de agua, así como áreas urbanas, granjas, cultivos irrigados y zonas cercanas a ellas y zonas ambientalmente degradadas (Markin 1970, Tremper 1976, Ward 1987, Majer 1994, Holway 1995, Holway 1998, Human et al 1998, Suarez et al 1998, Paiva et al 1998, Holway et al 2002, Espadaler & Gómez. 2003).

En la Costa Azul francesa se encuentra en la franja de los primeros 25 km a partir de la línea de costa (Bernard 1983), y en Portugal ha colonizado la franja de 50 km a partir de la línea de costa (Way et al 1997) mientras que en Australia su distribución se restringe a las cercanías de los ríos, charcas y cercanías de asentamientos humanos, no habiéndose encontrado nunca en la vegetación virgen (Majer, 1994).

En estudios de laboratorio los nidos a los que no se añade una cantidad importante de agua presentan índices de mortandad elevados (Holway et al 2002). Sus hábitos alimenticios generalistas y sus pequeñas exigencias en cuanto a lugares de nidificación la hacen una candidata ideal para asociarse con los humanos (Newell & Barber 1913).

No se adapta bien a las bajas temperaturas. Se ha sugerido que las zonas con veranos extremadamente secos o fríos no la favorecen. En los bosques de montaña fríos de Hawai se halla ausente llegando a sugerir la isoterma media de 10°C como el límite de distribución en el parque Nacional de Haleakala en Hawai (Cole 1992). En los nidos invernales las obreras comienzan las tareas de forrajeo cuando se alcanza la temperatura de 15°C (Benois 1973). Las larvas no se desarrollan a temperaturas inferiores a 13,5°C y las reinas no ponen a menos de 20°C (Silva Dias 1955 en Paiva et al 1998).

Su respuesta a temperaturas elevadas es casi paradójica. Análisis de laboratorio han demostrado que la hormiga argentina presenta un 100% de mortalidad a temperaturas superiores a los 46 °C, si bien se mantienen activas hasta temperaturas muy cercanas a este límite, apareciendo en cebos hasta los 41,6 °C. Competidoras directas suyas en zonas invadidas de California se mantenían activas hasta los 47 °C, con mortandad elevada a 50 grados o más. Todas las especies analizadas (cinco en total) respondían mejor a las temperaturas elevadas que ella (Holway et al 2002).

Estudios de campo en California muestran, sin embargo, que la hormiga argentina permanece activa con temperaturas del suelo de hasta 70°C y con temperaturas del aire de hasta 45°C. Otras hormigas nativas no alcanzaban estos valores. En cuanto a temperaturas de suelo, el récord lo tenía una hormiga recolectora de semillas

(*Messor andrei*) que seguía activa a temperaturas del suelo de 60°C, mientras que otras especies crepusculares y nocturnas no superaban los 40°C. En temperaturas de aire, todas las hormigas nativas tenían su límite a temperaturas inferiores, y nunca se dio el caso contrario, con periodos en los que la hormiga argentina permaneciese inactiva mientras que las hormigas nativas forrajearan (Human et al 1998).

Las temperaturas elevadas sí parecen ser una restricción importante en ausencia de humedad ambiental elevada. En el Central Valley de California, con veranos muy calurosos y secos aparece ligada a las zonas húmedas, mientras que permanece ausente de zonas más secas, en particular se ha comprobado su ausencia del chaparral (zonas xerófilas) (Ward 1987, Holway et al 2002). En zonas de elevada temperatura ambiental y humedad no excesivamente baja aparece tanto en las cercanías de las fuentes de agua como en zonas alejadas de las mismas (Human et al 1998).

Las zonas de vegetación modificada favorecen su aparición. En Portugal en una parcela analizada durante tres años la hormiga nativa *Pheidole pallidula* reconquistó parte del territorio invadido a la vez que la vegetación natural recolonizaba la parcela (Paiva et al 1998).

Estos datos sugieren un perfil para la hormiga argentina como amante de las zonas húmedas o muy húmedas y temperaturas medias, no dándose bien en las zonas de climas extremos: secas o muy secas y/o de muy elevadas temperaturas o muy bajas. Debido a estas restricciones, la hormiga argentina no se encuentra activa en temporadas frías y húmedas (Sanders et al 2001). Su distribución en la Península Ibérica apoya esta hipótesis, al hallarse presente en todo el litoral excepto en la zona Norte (Espadaler & Gómez 2003).

Si las condiciones ambientales en los lugares de nidificación habitual se hacen desfavorables, la colonia emigra a zonas más favorables, por lo que se ha llegado a considerar a la especie como de seminómada (Benois 1973, Markin 1970).

En Portugal se ha descubierto que la hormiga argentina no invade las zonas de

suelos asociados con rocas metamórficas, prefiriendo las zonas arenosas o arcillosas (Way et al 1997).

2.3.2. Dieta

Es omnívora en sentido amplio, aprovechando casi cualquier fuente de alimento disponible. En las hormigas las obreras se alimentan fundamentalmente de hidratos de carbono que le proporcionan la energía necesaria, mientras que las reinas y larvas lo hacen principalmente de proteínas para poner huevos y poder desarrollarse respectivamente (Hölldobler & Wilson 1990).

Tienden a explotar las colonias de áfidos y homópteros. En la Península Ibérica se la ha descrito explotando a unas 40 especies diferentes de áfidos (Gómez, K, datos no publicados), si bien no desprecian restos de insectos, semillas u otros animales. Al contrario que para la mayoría de las especies de hormigas, se ha observado la presencia de reinas forrajeando entre las obreras (Swoboda & Miller 2003).

Las proteínas las obtienen principalmente de insectos, larvas de otras especies de hormigas y otros artrópodos y en general cualquier fuente este tipo de nutrientes, incluido carroña de mamíferos y aves.

La proporción de proteínas en la dieta varía notablemente la composición de la prole. Rebasando cierto umbral, las colonias generan una descendencia con proporcionalmente más machos y más reinas, y la prole es de un tamaño mayor (Aron et al 2001).

El 99% de la comida que penetra en los nidos de hormiga argentina lo hace en forma líquida (Markin 1970).

2.3.3. Colonias nativas y colonias introducidas

Las colonias nativas y las que han invadido las distintas partes del mundo presentan grandes diferencias, que abarcan ramas tan dispares como su genotipo, etología o ecología. Se ha revelado fundamental el analizar y comprender estas diferencias para poder diseñar formas de control de las colonias introducidas.

Genéticamente, las poblaciones invadidas presentan un “empobrecimiento” del material genético, que sugiere un mecanismo de “cuello de botella”. Esto es, todas las colonias existentes en Europa o los Estados Unidos provienen de un número limitado de reinas³, con el consiguiente empobrecimiento genético, del orden de la mitad de alelos para la población invasora en el caso de los Estados Unidos respecto de las poblaciones nativas (Krieger & Keller 1999, Suarez et al 1999, Tsutsui & Case 2000).

El reconocimiento entre obreras para saber si son o no de la misma colonia y por tanto ser agresivas o no entre sí tiene una base genética (Giraud et al 2001, Tsutsui & Case 2000). El cuello de botella genético parece haber reducido la diversidad de los loci del reconocimiento, con la consiguiente pérdida de agresividad entre las colonias introducidas (Giraud et al 2002).

Estas colonias presentan grandes densidades y es habitual encontrarlas en zonas cercanas a núcleos de población, por lo que se dispersan fácilmente de manera accidental por los humanos. Se pueden encontrar colonias que distan varios miles de kilómetros sin encontrar diferencias genéticas apreciables. El transporte accidental por medios humanos homogeneiza genéticamente las poblaciones introducidas a lo largo de grandes distancias, de hasta miles de km. (Giraud et al 2002).

Las poblaciones nativas se dan en ecosistemas normalmente alejados de las poblaciones humanas, por lo que las reinas están limitadas a zonas más locales (Tsutsui & Case 2000). Al contrario que en las colonias introducidas, estas colonias presentan un patrón genético mucho más diverso donde las diferencias genéticas entre nidos se hacen evidentes en distancias muy cortas (< 3km) (Tsutsui & Case 2000).

El comportamiento de las obreras de las colonias nativas es agresivo hacia las obreras de otros nidos, tanto entre poblaciones cercanas como entre poblaciones

³ Entre 6 y 13 para Europa (Giraud et al 2001)

alejadas. Esta agresividad además está relacionada con la distancia entre nidos, de modo que a mayor distancia mayor agresividad (Suarez et al 1999). En el caso de las poblaciones invasoras, las obreras no son agresivas con las obreras de los nidos circundantes (siempre que pertenezcan a la misma supercolonia), favoreciendo un libre flujo de obreras, reinas y machos entre nidos distantes (Suarez et al 1999).

Ecológicamente, la hormiga argentina no es dominante en las poblaciones nativas, ni numérica ni ecológicamente, coexistiendo con el resto de especies. En las poblaciones invasoras sí son dominantes en ambos aspectos en las zonas en las que se establecen y eliminan a la mayor parte de especies nativas de su zona de influencia. En estudios de campo en Argentina, de 15 cebos sólo pudieron monopolizar uno, mientras que en California monopolizaron del orden del 76% de los cebos (Suarez et al 1999).

Los niveles genético, etológico y ecológico están íntimamente relacionados. Las poblaciones invasoras parten de una situación de empobrecimiento genético debido al pequeño número de reinas fundadoras. Este hecho unido a la poliginia de esta especie genera que las obreras reducen su habilidad para discriminar entre obreras del mismo nido (Keller & Passera 1989), lo que llevaría a una reducción de la agresividad intraespecífica y posteriormente al unicolonialismo (Suarez et al 1999). La mayor densidad de nidos y obreras en este tipo de organización hace que su posición sea dominante respecto de otras especies de hormigas de la zona (Holway 1998).

En los puntos siguientes se analizan detalladamente cada una de estas características.

2.3.4. Agresión y competencia intraespecífica

Los nidos de hormigas suelen defender su territorio tanto ante especies distintas (competencia interespecífica) como ante otros nidos de su misma especie (competencia intraespecífica). Estas luchas pueden ser muy cruentas y restringen la densidad de nidos en una zona determinada (Hölldobler & Wilson 1990)

En el caso de la hormiga argentina, esta agresividad es muy baja en el caso de las

colonias introducidas⁴ (Suarez et al 1999) y elimina la regulación de la densidad de nidos mediante la competencia intraespecífica (Orr et al 2001), conduciendo a densidades de nidos entre 4 y 10 veces mayor en las colonias introducidas que en las nativas (Holway 1998).

Esto no significa que se haya perdido la capacidad de reconocer la pertenencia o no de una obrera a un nido determinado. Se ha demostrado que las obreras tienden a sentirse más atraídas por reinas de su propio nido que a reinas de otros nidos (Keller & Passera 1989). Esto es, la hormiga individual sigue perteneciendo a un nido determinado, pero una hormiga de un nido “hermano” no dispara su reacción agresiva.

Las obreras para reconocerse se dan golpecitos con las antenas “oliendo” a la otra. Cuando las obreras no se reconocen como del mismo nido esta “frecuencia de antenación” se hace más rápida y continuada. Las obreras pertenecientes a nidos de la misma supercolonia se “antenan” de la misma manera que las pertenecientes al mismo nido, aunque estos disten 6.000 km de distancia en unas condiciones ambientales totalmente diferentes (Giraud et al 2002), esto es, a todos los efectos forman parte de la misma colonia.

Esta afinidad también se ha demostrado en el ámbito de la genética. Las obreras de diferentes nidos pertenecientes a una misma supercolonia no muestran una diferenciación genética significativa, esto es, su grado de parentesco (tomado como media) con las obreras del nido tomadas al azar es similar. Las reinas, por el contrario, sí presentan una diferenciación significativa y que aumenta con la distancia (Reuter et al 2001). Esta diferencia se debe a la menor movilidad de las reinas entre nidos. Se ha probado, además, que el grado de agresión intraespecífica y la similitud genética están correlacionados negativamente y que esta correlación es la misma tanto para las colonias nativas como para las introducidas (Tsutsui et al 2000).

⁴ Siempre que formen parte de la misma supercolonia, ver punto 2.3.5

En los casos en que sí se produce una reacción agresiva entre dos obreras ésta siempre es rápida y letal, habitualmente con el resultado de las dos obreras muertas (Chen & Nonacs 2000, obs. pers.).



Figura 4.- Lucha de dos obreras de hormiga argentina pertenecientes a las supercolonias "Principal" y "Catalana". Fotos: X. Espadaler

La causa de esta nula agresividad entre nidos de la misma supercolonia se ha achacado a la baja diversidad genética de las poblaciones invasoras en Norteamérica (Tsutsui et al 2000), y en menor medida en Europa (Giraud et al 2002) que habría afectado entre otros a los loci genéticos de reconocimiento. Esta baja diversidad, al menos en el caso europeo, no parece probable que sea la única causa de la pérdida de agresividad, sino que se ve reforzado por un proceso de selección natural hacia la eliminación de los genes de reconocimiento extraños (Giraud et al 2001). Las colonias que no son agresivas crían una prole más numerosa (Holway et al 1998) y por tanto son más competitivas en la lucha por los recursos (Holway 1999). Esta presión selectiva se da sólo en los genes responsables del reconocimiento, por lo que las obreras no tienen porqué ser genéticamente similares entre sí (Giraud et al 2002).

Un estudio reciente (Chen & Nonacs 2000) muestra que la agresividad entre nidos de hormiga argentina en poblaciones introducidas en Norteamérica puede estar influenciada por las condiciones ambientales, y ser más común de lo que se pensaba. Esto es, nidos sometidos a diferentes condiciones ambientales pueden llegar a ser agresivos entre sí a pesar de su similitud genética. El contrario no se

cumple. Nidos que en principio eran agresivos entre sí siguieron siéndolo tras 70 días mantenidos en las mismas condiciones (Suarez et al 1999).

Estos resultados, sin embargo, han sido puestos en entredicho por otros estudios donde el ambiente parece no tener ninguna influencia sobre el carácter agresivo o no de las colonias, sino que depende completamente de su pertenencia o no a una supercolonia por lo que viene determinado genéticamente. En este estudio, colonias criadas en cautividad mantenían su agresión o ausencia de la misma hasta 18 meses después de la captura de los nidos (Giraud et al 2002). Resaltar que las poblaciones agresivas entre sí no reducen su agresividad a pesar del contacto continuado (Suarez et al 1999, Giraud et al 2002).

2.3.5. Eficiencia como competidor

La hormiga argentina se muestra muy eficiente en la competencia con el resto de especies de hormigas tanto explotando los recursos como interfiriendo en la explotación de los mismos por parte de otras especies de hormigas (Human & Gordon 1996, Holway 1999). Su dieta es lo suficientemente amplia como para interferir con la mayoría de las especies de hormigas, excepto las granívoras puras (Human et al 1998).

En la mayoría de las especies de hormigas se da un esquema en cuanto a la explotación de los recursos alimenticios. Las hormigas “oportunistas” descubren estos recursos antes que las demás y los explotan hasta que otras especies las expulsan, las “extirpadoras” monopolizan recursos expulsando a las demás y las “insinuadoras” dependen de su pequeño tamaño para recoger comida en presencia de otras especies (Wilson 1971). Se ha mostrado que hay una correlación negativa entre dominancia y oportunismo, esto es, las especies que antes localizan los recursos son expulsados por las hormigas dominantes (Fellers 1987). Este hecho genera un reparto de los recursos, con un breve periodo de tiempo en el que las hormigas oportunistas explotan la fuente de alimento antes de que las dominantes lo monopolicen.

La hormiga argentina, por el contrario, se muestra muy eficiente en ambas facetas (Human & Gordon 1996, Holway 1999). En test comparados con otras especies de

hormigas californianas la hormiga argentina descubrió los cebos más rápidamente que las especies nativas y monopolizó hasta tres veces más cebos en las zonas comunes (Human & Gordon 1996, Holway 1999) y forrajeó durante periodos de tiempo más amplios que las hormigas nativas, persistiendo más en los cebos una vez descubiertos y reclutando más obreras por cebo (Human & Gordon 1996).

Su organización social, poligínica y unicolonial hace que la densidad de nidos en una zona determinada sea muy elevada (Holway 1998) y que el número de obreras que son capaces de movilizar para la captura de presas o la lucha directa con otras especies sea la principal causa de su éxito, más que su grado de competencia individual (Tremper 1976, Holway 1999). En la lucha uno contra uno ocupan una posición intermedia con especies que siempre la derrotan hasta especies siempre derrotadas. Su éxito tiene que ver más con la elevada cantidad de obreras que concurren en los cebos respecto de sus opositoras nativas y esto es a su vez debido a la elevada densidad de nidos que se alcanzan en las zonas infestadas (Holway 1999).

Esta elevada densidad se obtiene al no existir competencia intraespecífica entre nidos de la misma supercolonia, lo que se refleja en una mortalidad de obreras menor y una mayor actividad forrajeadora que las colonias agresivas, repercutiendo en una mayor cantidad de alimento recogido, una mayor producción de obreras y por tanto una población total mucho mayor (Holway et al 1998). En las zonas invadidas se ha mostrado que la densidad de obreras de hormiga argentina es entre 4 y 10 veces mayor que la densidad de las hormigas nativas en zonas no invadidas (Holway 1998), en otras zonas su número es hasta 14 veces superior que la siguiente especie más numerosa (Human & Gordon 1997).

Las especies nativas abandonaban el cebo en presencia de la hormiga argentina para 7 de las 8 especies estudiadas (Holway 1999) y en un 60% de los encuentros la hormiga argentina expulsó a las hormigas nativas (Human & Gordon 1996). Este comportamiento tiene que ver con la mayor agresividad de la hormiga argentina respecto de las especies nativas. Por lo común la hormiga que no inicia el comportamiento agresivo suele ser la que se retira de la contienda y en la mayoría de los casos es la hormiga argentina la que presenta este comportamiento agresivo

(Human & Gordon 1999)

El rango de temperaturas soportado es lo suficientemente amplio como para estar activas mientras otras especies de hormigas todavía se mantienen inactivas (Human et al 1998), lo que le proporciona una ventaja competitiva considerable. En estudios realizados en California, la única especie que se mantiene activa todo el día es la hormiga argentina, siendo *Messor andrei* la siguiente en el ranking, con un breve periodo de inactividad a mediodía, y el resto de especies analizadas con un periodo de inactividad mayor a esas mismas horas centrales (Human et al 1998).

La mayoría de las hormigas construye nidos muy desarrollados en los que invierte gran cantidad de recursos. Estos nidos sirven de “fortalezas” defensivas desde las que explotar los recursos de su zona de influencia, a la vez que las atan a un territorio determinado. Cuando esto no es así, sino que la colonia posee varios nidos se denomina a la colonia “policálica”. Esta estructura aporta mayor flexibilidad, ya que según los recursos alimenticios disponibles la colonia se muda a uno u otro nido. En la hormiga argentina esta práctica se ha llevado más allá. Sus nidos requieren pocos recursos y se trasladan fácilmente de uno a otro en función de las condiciones abióticas y los recursos disponibles (Newell & Barber 1913, Markin 1970, Holway & Case 2000, Silverman & Nsimba 2000). En el Parque Natural de S'Albufera se la ha visto anidando directamente bajo las acículas muertas de pino, sin construir ningún tipo de estructura (obs. pers.)

La hormiga argentina, por tanto, redistribuye los nidos, y entre los diferentes nidos a las obreras y la prole, de modo que se exploten convenientemente las fuentes de alimento disponibles (Holway & Case 2000, Silverman & Nsimba 2000). Las obreras, además, pueden reclutar a otras obreras no pertenecientes a su propio nido (Holway & Case 2000), por lo que una fuente de alimento recién descubierta será explotada por los nidos más cercanos, aunque sea una obrera de un nido más alejado la que lo haya encontrado.

No todas las especies policálicas de hormigas se reorganizan de esta manera tan plástica. Trasladarse a nuevos nidos implica riesgos para las reinas y la prole, y la existencia de lugares viables como nidos limita estas posibilidades de redistribución

(Holway & Case 2000). La poliginia extrema de la hormiga argentina y su poca inversión en recursos para la construcción de nidos hace que estos dos factores no limiten en modo alguno este hábito.

2.3.6. Ejecución de reinas

Cada primavera, la hormiga argentina elimina a un 90% de las reinas del nido, causando una pérdida de productividad muy elevada a la colonia. De hecho se elimina cerca de un 7% de la producción anual del nido en términos de biomasa (Keller et al. 1989). Esta conducta se ha notificado tanto de colonias europeas (Keller et al. 1989) como norteamericanas (Markin 1970), pero se desconoce si se da en las colonias nativas de Argentina. La edad de la mayoría de las reinas ejecutadas es de menos de un año (Keller et al. 1989).

Se han realizado diferentes estudios para analizar las causas de esta intrigante conducta. En el primero de ellos se analizaron causas fisiológicas y de eficiencia, estudiando si las reinas eliminadas eran las menos dotadas para producir obreras, y se encontró que ni el peso, ni el ratio de huevos puestos ni la cantidad de esperma almacenada diferían entre las reinas ejecutadas y las supervivientes (Keller et al 1989).

En un segundo estudio se analizó si la base de esta conducta es genética, con las obreras eliminando las reinas con las que tengan menos parentesco genético. De esta manera las obreras se asegurarían que la futura prole estaría más relacionada con ella. Los resultados también fueron negativos. Las obreras, como media, no están genéticamente diferenciadas entre nidos, esto es, están igualmente relacionados como media a una u otra reina. En este caso, el ejecutar a una u otra reina no aumentaría la afinidad genética con la futura prole (Reuter et el 2001).

No está claro, sin embargo, si cada obrera que ejecuta a cada reina lo hace en base a su menor afinidad genética. Para ello debería identificarse cada obrera y cada reina en el momento de la ejecución y analizar su relación. Este estudio no se ha realizado todavía. (Reuter et el 2001).

Otra opción es que esta conducta sólo sea una reminiscencia de las colonias

nativas, con estructuras genéticas claramente diferenciadas según los nidos. En este caso, el eliminar las reinas menos afines sí aumentaría significativamente la afinidad entre las obreras y la futura prole (Reuter et al 2001).

Otra posible explicación para este fenómeno sería el que esta ejecución masiva de reinas favorecería la producción de nuevas reinas en los nidos (Vargo & Passera 1992). El hecho de que las larvas de hormigas se transformen en reinas reproductivas o en obreras depende de varios factores según la especie, como la alimentación, el que las larvas hibernen o no en el nido o la presencia de reinas ponedoras en el mismo nido (Hölldobler & Wilson 1990).

En el caso de la hormiga argentina se ha demostrado que las reinas apareadas producen una feromona que inhibe la formación de reinas a partir de larvas. De hecho la introducción de restos de cadáveres de reinas fecundadas en un nido basta para provocar esta inhibición (Vargo & Passera 1991). La eliminación de una gran cantidad de reinas del nido disminuiría el nivel de esta feromona a niveles en los que se generan reinas (Vargo & Passera 1992).

Esta feromona actúa induciendo a las obreras a alimentar a las larvas de modo que se inhiba la creación de reinas e induce a las obreras a ejecutar a las larvas que se transformarán en reinas. En algunos casos se ha visto a reinas ejecutar ellas mismas a larvas de futuras reinas (Vargo & Passera 1991). Las nuevas reinas se producen en la primavera, tras estas ejecuciones masivas (Keller et al 1989).

El esquema de formación de nuevas reinas en el nido sería por tanto el siguiente. Las larvas de hormiga argentina presentan una elevada tendencia a convertirse en reinas, tanto mayor cuanto mayor es el peso de la larva y mayor si ha hibernado en el nido (Vargo et al 1992). La presencia en los nidos de una feromona inhibidora procedente de las reinas fecundadas impide esta formación (Vargo et al 1991). La eliminación del 90% de las reinas en el nido a comienzos de la primavera hace que los niveles de esta hormona disminuyan hasta niveles donde sí se producen reinas en gran número (Vargo et al 1992). Es necesario recalcar que este ciclo no depende ni de la edad de las reinas ponedoras ni de la estación del año en sí misma, sino que todas las reinas parecen tener la misma tendencia a generar crías potenciales reinas

a lo largo de todo el año independientemente de su edad (Vargo et al 1992).

Este método de realimentación negativa es sumamente eficaz, ya que de hecho la eliminación de las reinas de un nido mediante métodos químicos, por ejemplo, estaría fomentando la aparición de nuevas reinas.

2.3.7. Estructura de las colonias

Cada nido contiene varias reinas durante la mayor parte del año y machos en una época más restringida a finales de la primavera coincidiendo con la eclosión de las reinas (Vargo & Passera 1991). Las obreras se producen a lo largo de todo el periodo no invernal (Vargo & Passera 1991) y tardan unos 25 días en desarrollarse a una temperatura media de 23°C, si bien a temperaturas menores (18°C) tardan hasta 62 días (Benois 1973) por lo que en una estación normal se pueden producir hasta tres generaciones de obreras (Benois 1973). Su vida media de 4,8 meses y un máximo de 11,2 meses (Giraud et al 2002).

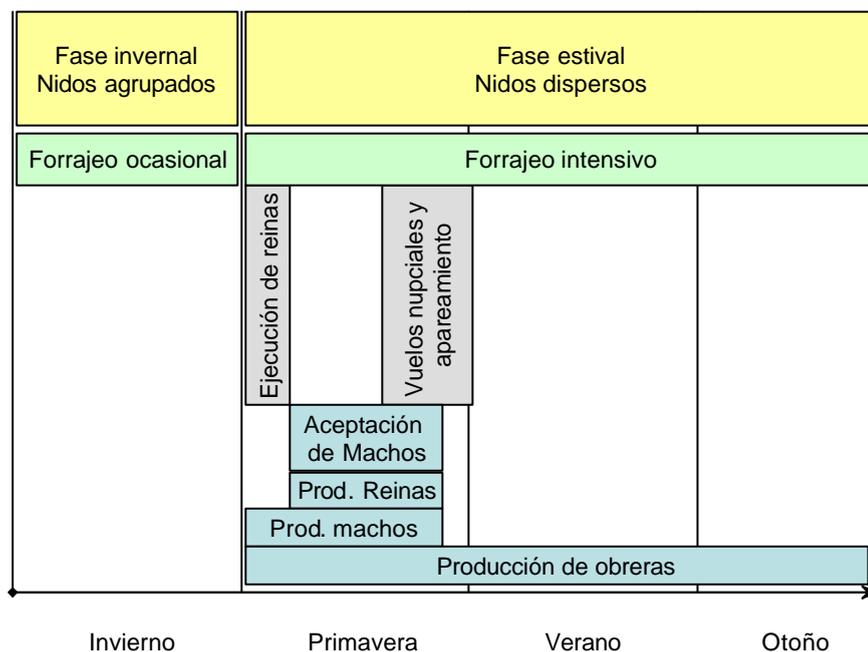


Ilustración 3.- Ciclo vital en una colonia de obrera argentina. Fuente: Elaboración propia

Son sociedades poligínicas con varias (miles en este caso) reinas por nido. Estas reinas no compiten entre sí (Krushelnycky & Joe 1997). Las colonias de hormiga argentina se organizan en forma de diferentes nidos interconectados con libre

circulación de componentes entre los diferentes nidos, formando lo que se ha denominado una “supercolonia”. Las obreras, especialmente, y las reinas y machos en menor medida circulan entre diferentes nidos sin ningún tipo de restricciones mientras los nidos pertenezcan a la misma supercolonia. Este modo de organización no es común entre las hormigas, pero sí representa un patrón claro en las hormigas invasoras consideradas plagas⁵ (Chen et al 2000). Esta organización social es posible debido a la nula agresividad entre diferentes nidos siempre que formen parte de la misma supercolonia.

Mediciones realizadas con marcadores radiactivos en unas colonias de hormiga argentina en una zona de cítricos en California mostró que el ratio de “refresco” de las obreras para un nido determinado es de un 50% (Markin 1968). Esta movilidad, unida a la trofalaxia⁶ entre obreras hace que la distribución de la comida sea altamente eficiente. En el mismo estudio se mostró como el marcador radiactivo se extendía de la zona central a los 3.600 m² de la zona estudiada (Markin 1968).

La organización de estas colonias es sumamente plástica. Entre Marzo y Noviembre las colonias se escinden y se difunden para explotar los recursos, mientras que en invierno se unen de nuevo en nidos comunes en la llamada “migración invernal” (Newell & Barber 1913, Benois 1973). Resaltar que al contrario que muchas especies autóctonas el periodo invernal no supone una verdadera hibernación, sino que las obreras están más o menos activas en función de la temperatura (Benois 1973). En Mallorca han sido vistas recolectando comida en grandes cantidades en el mes de Diciembre con temperaturas suaves (obs. pers.).

La supercolonia parece ser el modelo seguido por todas las poblaciones invasoras analizadas hasta la fecha, como en Francia (Keller & Passera 1989), Portugal (Way

⁵ Entre otras: *Monomorium pharaonis*, *Pheidole megacephala*, *Tapinoma melanocephalum* y *Wasmannia auropunctata*

⁶ La mayoría de las especies de hormigas almacenan comida en una cavidad especial de su estómago para regurgitarla a las compañeras de nido. Este hecho se denomina “trofalaxia”

et al 19997), Chile (Suarez et al 1999), Bermuda y Louisiana (Tsutsui et al 2000).

En el Oeste de los Estados Unidos la mayoría de los nidos se estructuran como una única supercolonia que ocupa la mayor parte de las zonas costera y central de California con algunas pequeñas colonias diferenciadas en el Sur (Tsutsui et al 2000).

Las supercolonias europeas se estructuran en dos, una supercolonia, denominada "Principal" que ocupa toda la zona mediterránea y atlántica, desde Galicia bajando por Portugal hasta Italia y Grecia y otra supercolonia, denominada "Catalana", que ocupa zonas de Cataluña y Valencia (Giraud et al 2002).

La supercolonia "Principal" es, de hecho, el mayor complejo animal nunca registrado, con millones de nidos distribuidos en un área de varios miles de kilómetros cuadrados con billones de obreras (Giraud et al 2002).

2.3.8. Modo de reproducción y fundación de nidos

Las colonias de esta hormiga no se reproducen según el método clásico de vuelos nupciales con fundación claustral típico para la mayoría de las hormigas, sino que la fecundación de las reinas se produce dentro de los nidos, evitándose por tanto el vuelo nupcial y los riesgos que ello conlleva tanto para los machos como para las reinas (Passera & Keller 1992).

Los machos presentan una doble estrategia de reproducción. A mediados de la primavera en los nidos donde hay reinas vírgenes recién eclosionadas, los machos tratan de copular con ellas y sólo unos pocos vuelan y se dispersan. En los nidos sin reinas vírgenes los machos se dispersan en unas dos semanas después de la eclosión (Passera & Keller 1994) realizando el vuelo nupcial al anochecer (Swoboda & Miller 2003) cuando la temperatura es de unos 18°C (Benois 1973). Los machos son aceptados y se aparean con normalidad en los nidos donde existen reinas vírgenes mientras que son ejecutados si entran en nidos sin reinas o pupas de reinas (Passera & Keller 1994). Las reinas vírgenes están listas para el apareamiento a los 2 días de su eclosión. Tras aparearse pierden las alas a los 4-5 días (Keller & Passera 1993).

El número de machos producido es muy superior al de las hembras, con una proporción de 10 a 1, lo que se traduce en que sólo una proporción muy pequeña de hembras (2 – 3 %) se queda sin aparear (Keller & Passera 1992).

Los machos de hormiga argentina se aparean sólo una vez (Keller & Passera 1992, Krieger & Keller 2000), mientras que las reinas pueden realizar varios apareamientos con diferentes machos, de los cuales solo uno realizará la transferencia de esperma (Keller & Passera 1992). Para aparearse las reinas no escogen a cualquier macho sino que evitan hacerlo con machos no afines a ellas genéticamente, por lo que los niveles de consanguinidad son bajos⁷ (Keller & Passera 1993, Krieger & Keller 2000). La base de esta distinción es genética, y no basada en otras características como el que el macho haya sido o no criado en el mismo nido (Keller & Passera 1993).

La cantidad de esperma contenido en la espermateca no es, sin embargo, un factor limitante para la población, ya que se estima que en su vida reproductora la reina empleará sólo del orden del 7% del total de esperma almacenado produciendo del orden de 4.500 huevos a lo largo de su vida (Keller & Passera 1992).

La fundación de nuevos nidos se realiza mediante el denominado sistema de “fisión” o “gemación” (“budding” en la literatura anglosajona). Este método consiste en que una hembra fecundada abandona el nido acompañada de un séquito de obreras, otras reinas y a veces machos, con las que funda una nueva colonia.

Este modo de dispersión genera no pocas ventajas a la reina “fundadora”. Se ve protegida contra los depredadores, no necesita buscar una ubicación adecuada para el nido ni pasa periodos de escasez al verse alimentada y atendida en todo momento por las obreras.

Estas fisiones se producen más a menudo en ciertas épocas del año, como se ha

⁷ No se debe confundir este hecho con la elevada similaridad genética existente entre las colonias importadas.

demostrado en la Riviera Francesa y California. Las colonias se suelen reagrupar en otoño para pasar el invierno en grandes nidos (Markin 1970, Erickson 1971, Passera & Keller 1992).

En las colonias nativas se aprecia el mismo modo de reproducción por gemación, si bien la existencia de colonias muy diferenciadas genéticamente en muy poca distancia sugiere que las reinas de estos nidos no pueden dispersarse fácilmente entre fronteras de diferentes colonias (Tsutsui et al 2000).

Se ha demostrado que las reinas no logran fundar nidos por si solas (Hee et al 2000), en parte debido al bajo contenido en grasa de sus cuerpos. Este hecho es normal en las especies que presentan este tipo de fundación dependiente (Keller & Passera 1989). Ahora bien, la hormiga argentina también se difunde a grandes distancias gracias al transporte humano. ¿Como consigue establecerse sin ayuda de sus obreras? La razón está en el bajo tamaño del nido que consigue salir adelante. Las nuevas colonias con tan sólo diez obreras logran establecerse sin problemas y alcanzan ratios de crecimiento elevados, propagándose rápidamente (Hee et al 2000). Aumentar el número de reinas en estos pequeños propágulos no aumenta significativamente el crecimiento del nido, mostrando que en este caso el factor limitante es la disponibilidad de comida y no la capacidad de las reinas de poner huevos (Hee et al 2000). Al aumentar el número de obreras por reina, este factor desaparece y las colonias crecen todavía más rápidamente (Hee et al 2000).

2.3.9. Modo de dispersión en los ecosistemas

Existen dos mecanismos principales de dispersión. El primero es el transporte accidental por los humanos, mientras que el segundo es la difusión de una colonia establecida en el ecosistema (Suarez et al 2001). Un tercer modo, mucho menos importante, es mediante arrastre corriente abajo en ríos y arroyos de nidos con reinas y obreras (Barber 1916 en Suarez et al 2001).

2.3.9.1. Transporte accidental

La hormiga argentina vive asociada en gran manera a las actividades humanas y se difunde aprovechando los medios de transporte humanos a grandes distancias,

favoreciendo esta tendencia a la homogeneidad genética de las colonias introducidas (Tsutsui & Case 2000).

Los nidos de hormiga argentina no necesitan muchos requerimientos, llegando a anidar directamente en el suelo bajo la hojarasca con unas condiciones adecuadas de humedad (obs. pers.), además, su dieta es generalista. Si a ello unimos que un nido con una reina y unas 10 obreras es viable y se reproduce con rapidez (Hee et al 2000) obtenemos una explicación a su rapidez de dispersión a través de grandes distancias.

Como ejemplo, a comienzos del siglo XX prácticamente todos los barcos de vapor de 100 estudiados entre Nueva Orleans y Louisiana estaban infestados por hormiga argentina (Newell & Barber 1913).

2.3.9.2. Difusión en el ecosistema

Se ha propuesto que a mayor biodiversidad de un ecosistema, mayor resistencia a la invasión del mismo por parte de especies foráneas y así parece verse confirmado en diferentes estudios (Majer 1994, Way et al 1997). Se ha sugerido, sin embargo, que es independiente de la riqueza de la fauna de hormigas local y parece estar regida sólo por factores abióticos, como la humedad (Holway 1998) o la cercanía a lugares alterados o viviendas (Human et al 1998).

Este hecho convierte a los factores ambientales en la clave para la mayor o menor dispersión de la hormiga argentina en los ecosistemas circundantes. La hormiga argentina aprovecha los entornos que le son favorables (antropizados y/o elevada humedad) para colonizarlos por completo y desde ahí expandirse en zonas adyacentes. Estudios realizados en California muestran claramente que la hormiga argentina penetraba en zonas secas desde las zonas urbanas, si bien sólo podía hacerlo hasta unos 100 metros en ambientes de vegetación natural (25 metros en ambientes xerófilos) (Holway et al 2002).

Se difunde con rapidez en las zonas con una humedad elevada en el terreno, con máximos de distribución en las zonas lindantes con áreas urbanas irrigadas. En San Diego, California, una casa media emplea en riego externo unos 1220 mm/año de

agua, mientras que las precipitaciones medias anuales son de 240 mm/año. Estas "islas" de humedad son empleadas por la hormiga argentina para refugiarse y desde ahí forrajear o bien expandirse a las zonas adyacentes (Holway 1998, Holway et al 2002, Human et al 1998, Suarez et al 1998).

Otra forma típica de expansión es empleando las zonas con vegetación riparia, remontando los cursos fluviales, y desde ahí invadir las zonas circundantes (Holway 1995, Ward 1988, Espadaler & Gómez 2003). En Sudáfrica se demostró que la invasión avanza más rápidamente en la vegetación riparia que en el fynbos (De Cock et al 1992).

En California, las zonas en las que la hormiga argentina no logra penetrar presentan un perfil de temperaturas elevadas, con poca cubierta vegetal (mayor insolación y por tanto temperatura superficial más elevada) y suelo poco húmedo (Holway 1998, Holway et al 2002).

Otras veces es la mayor tolerancia térmica de la hormiga argentina respecto de las especies nativas el factor clave para su éxito, al permitirle estar activa mientras muchas de sus competidoras directas están aletargadas (Human et al 1998). Estos periodos de tiempo pueden ser aprovechados por la hormiga argentina para expandirse en nuevos territorios prácticamente sin competencia. Cuando el resto de especies establecidas reaparecen tras su letargo se encuentran con una competidora fabulosa firmemente establecida en el hábitat (Sanders et al 2001).

Independientemente de esta tolerancia térmica, las especies nativas de las zonas templadas pueden haber desarrollado mecanismos de adaptación a las variaciones climáticas estacionales tales como la interiorización de los ciclos de oviposición y desarrollo independientemente de las condiciones ambientales. Este hecho se ha demostrado para varias especies del género *Myrmica* (Kipyatkov & Lopatina 1997). Especies como la hormiga argentina, de climas templados, no presentan relojes biológicos (diarios o estacionales) tan marcados, por lo que pueden continuar sus actividades. Este hecho proporciona una ventaja clara, sobre todo si tenemos en cuenta el proceso de calentamiento global, ya que a las especies nativas modificar sus hábitos para adaptarse a estas nuevas condiciones les supondrá un largo

proceso adaptativo (Espadaler & Gómez 2003).

La reproducción por gemación de la hormiga argentina parece sugerir una velocidad de dispersión más lenta que la existente en otras especies de hormigas que se reproducen mediante vuelos nupciales (Holway 1998). Esta velocidad varía según la fuente consultada desde unos 16 m/año (Holway 1998) hasta unos 150 m/año (Suarez et al 2001), 300m/año (Human et al 1998) e incluso 500 m/año (Sanders et al 1998) u 800 m/año (Way et al 1997).

Esta velocidad de dispersión no es constante, sino que varía de año a año, depende de la estación del año, y del hábitat invadido (Sanders et al 1998) y de las propias condiciones climáticas año a año (Suarez et al 2001). En estudios realizados en California esta velocidad aumentaba cuanto más próxima estuviese la zona de estudio a un curso de agua permanente (Holway 1998).

Existen estudios que defienden que esta velocidad no se ve afectada ni por la diversidad de fauna de hormigas local ni por el grado de alteración del medio, sino que está regida únicamente por factores abióticos (Holway 1998). La realidad parece ser que si el medio no está alterado la fauna local puede ofrecer una resistencia considerable al avance. En Portugal las conclusiones fueron que si bien en una primera fase de la invasión la velocidad de la misma era de unos 800 m/año en la actualidad se ha ralentizado hasta unos 30 m/año entre 1993 y 1996, con la fauna local de hormigas presentando una fuerte resistencia a la invasión siempre que los hábitats se mantengan inalterados (Way et al 1997). Si mediante medios químicos se eliminaba a la dominante *Pheidole pallidula* la hormiga argentina no tardaba en colonizar el medio (Paiva et al 1998). Resultados similares se obtienen en Australia, con la fauna local de *Iridomyrmex* resistiendo la invasión de la hormiga argentina siempre que se mantengan inalteradas las condiciones de los hábitats (Majer 1994).

2.3.10. ¿Transición al fracaso?

La organización de los nidos de hormiga argentina en supercolonias donde las obreras no guardan prácticamente relación genética unas con otras es, de hecho, un desafío para la teoría sociobiológica, ya que hormigas con afinidad genética prácticamente nula entre sí, ayudan a larvas no relacionadas con ellas a convertirse

en obreras. Existen opiniones que predicen un colapso de este sistema organizativo precisamente por esta falta de afinidad genética (Giraud et al 2002, Tsutsui et al 2000). La escasez de ejemplos de este tipo de organización unicolonial en el mundo apoya esta teoría de la fragilidad de este modo de organización.

Este colapso, no obstante, se daría en un tiempo geológico largo, y no debe esperarse que produzca resultados en el corto plazo. Debe reconocerse, a falta de otros datos, que si bien el colapso es teóricamente posible, parece más bien improbable en vista del éxito demostrado hasta la fecha.

2.4. Distribución mundial

La hormiga argentina tiene su origen en colonias de Rosario (Norte de Argentina), en la región del Río Paraná (Tsutsui et al 2001), y desde ahí ha invadido las regiones de clima mediterráneo y subtropical de todo el globo estando presente en la actualidad en seis continentes (Giraud et al 2001, Suarez et al 2001). No se da bien, sin embargo, en climas fríos, tropicales o extremadamente áridos (Suarez et al 2001).

En los lugares donde no se da bien, la hormiga argentina busca refugio en las zonas pobladas por humanos, explotando los hábitats modificados por el hombre (Ward 1987, Suarez et al 2001).

La primera invasión fue documentada en la isla de Madeira, en 1882 y en 1950 ya existían diversas poblaciones estables en la isla (Suarez et al 2001). En 1891 alcanza la costa de los Estados Unidos en Nueva Orleans (Louisiana) (Newell & Barber 1913) y California en 1907 (Newell & Barber 1913). Conforme pasa el tiempo la hormiga argentina continúa su dispersión, alcanzando lugares tan lejanos como Hawai en 1940 (Zimmermann 1941) o Japón en 1993 (Miyake et al 2002).

La distribución mundial actual es aproximadamente la siguiente:

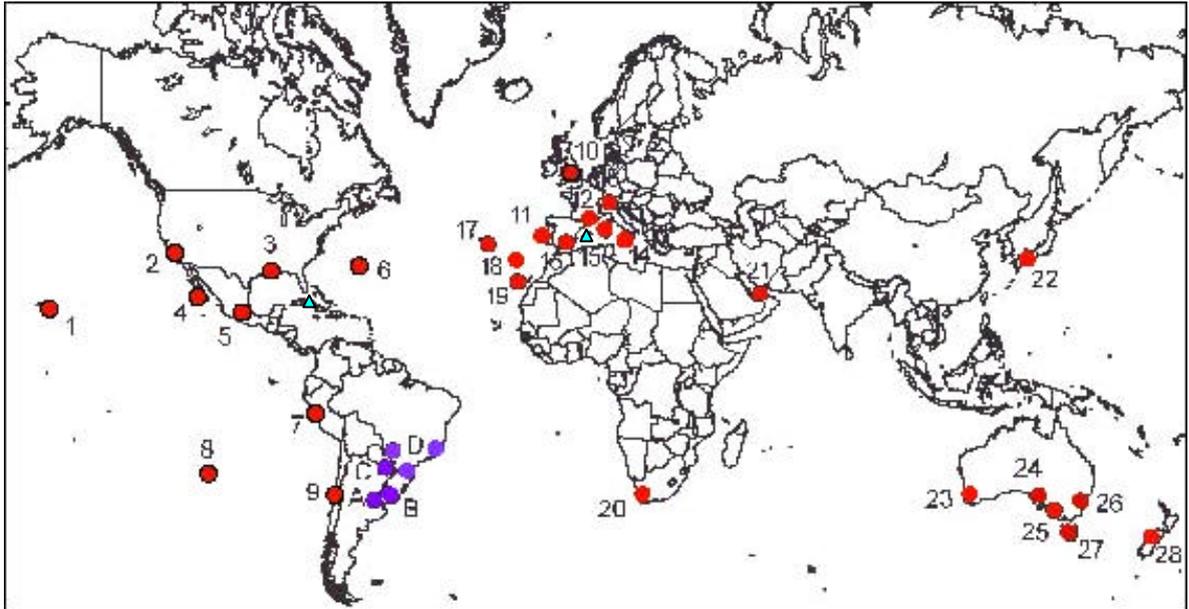


Ilustración 4.- Distribución mundial de la hormiga argentina. Se han añadido al mapa original los triángulos representando las poblaciones Baleares y Cubanas. Fuente: Suárez et al 2001, Fig. 1 pag. 1097. Reproducido con permiso del autor

En el mapa superior, las localidades en azul son poblaciones nativas. Posteriormente se demostró que las poblaciones brasileñas pertenecen a una especie distinta (Orr et al 2001, Tsutsui et al 2001). Además de en estas zonas, la especie ha sido recientemente descubierta en Cuba (Andrew Suarez com. pers.)

Es de resaltar su ausencia del Norte de África, muy posiblemente debido a las condiciones de aridez de este hábitat.

En la Península Ibérica la distribución es claramente litoral, con ausencia de citas en el interior (excepto cuatro citas: Alcorcón, Aranjuez, Madrid y Soria). Altitudinalmente alcanza los 1.050 metros, si bien se conocen citas de hasta 2.800 metros en Hawaii (Cole et al 1992) o 2.300 en las Islas Canarias (Barquín 1981). Esta distribución parece apuntalar la necesidad de la hormiga argentina de climas suaves con humedad elevada (Espadaler & Gómez 2003). Citas confirmadas recientemente como la de Madrid (Martínez et al 1997) confirman el oportunismo de esta especie al aprovechar el interior de las viviendas para prosperar en zonas que climáticamente no le son favorables.

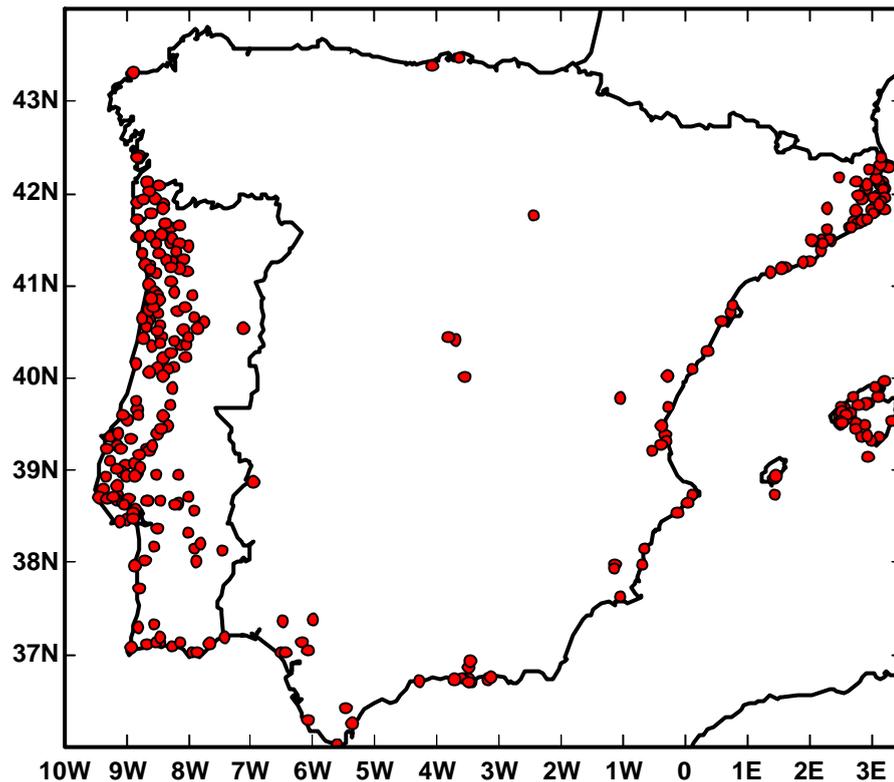


Figura 5.- Distribución de la hormiga argentina en la Península Ibérica. Fuente: Espadaler & Gómez 2003 Fig. 1 Pág. 188. Reproducido con permiso de los autores

En Portugal se la describe como una especie “muy común y abundante” en los bosques (Paiva et al 1990). Distribuciones similares siguen este patrón tanto en Australia (Majer 1994), Sudáfrica (De Kock & Giliomee 1989) y los Estados Unidos (Suarez et al 2001).

2.5. La invasión de las Baleares por la Hormiga argentina. Síntesis histórica.

Se puede hacer un boceto bastante exacto del avance de la invasión en base a citas bibliográficas históricas. Wheeler (1926) no cita la hormiga para las islas. La primera cita se da en Sóller en 1953 (Bernard 1956). Muy probablemente la actividad comercial del puerto de Sóller en dicha época con el continente europeo haya sido la vía de entrada.

Pruebas preliminares realizadas con colonias provenientes de la zona Norte de la isla (S'Albufera de Alcudia) muestran la pertenencia de las colonias de Baleares a la supercolonia “Principal”. Este hecho refuerza la hipótesis de la entrada de esta

especie en la isla a través del puerto de Sóller, muy activo en los años 50 y con un importante comercio con la costa francesa.

En la magnífica tesis de Comín (1988) se cita en una gran parte de la Sierra de la Tramuntana y la ciudad de Palma hasta el Arenal; en la zona Noreste de la isla la cita de la zona de Artá.

En la actualidad, el trabajo de uno de los autores (Espadaler & Gómez 2003) la cita de todo el litoral Mallorquín. Citas no publicadas de los autores confirman su presencia en prácticamente todas las poblaciones del interior. Nuestra impresión actual es que la hormiga ha alcanzado la práctica totalidad de la isla excepto ciertas zonas en altitud (Randa, Es Teix), o excesivamente secas (zonas no regadas de Es Plá).

En el resto de las islas del archipiélago balear, los trabajos, fundamentalmente de Comín, la citan de Menorca (Comín & de Haro 1980), Ibiza (Comín & Espadaler 1984, De Haro et al 1986), Formentera (De Haro et al 1986) y Cabrera (Comín 1988).

En cuanto a la evolución de las zonas invadidas, se ha hecho un análisis de los datos disponibles. Analizando el número de cuadrículas de 10x10 Km donde se ha confirmado la presencia de la hormiga argentina a lo largo de los años nos encontramos un gráfico como el siguiente:

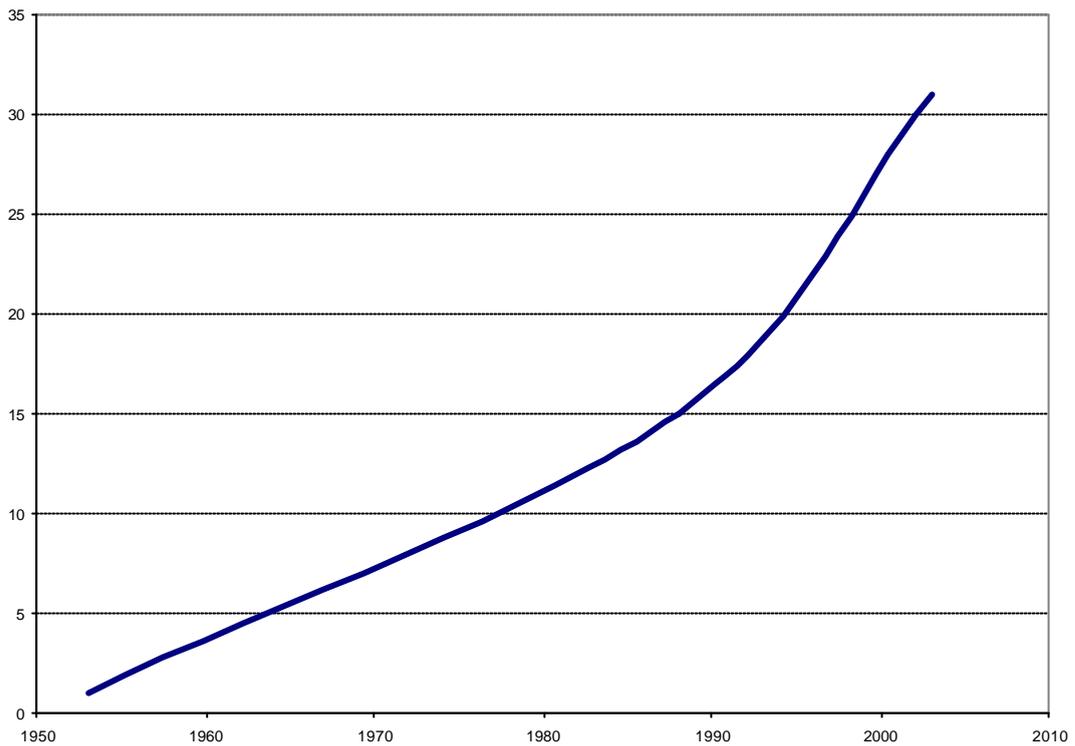


Figura 6.- Número de cuadrículas de 10 * 10 Km donde se ha confirmado la presencia de la hormiga argentina a lo largo del tiempo. El número total de cuadrículas de 10 * 10 para la isla es de 56. Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar claramente la tendencia expansiva de la hormiga argentina en las Islas Baleares, muy lejos del equilibrio y claramente en fase de expansión. Estos resultados cobran mayor valor al tener en cuenta que el exhaustivo trabajo de Comín (Comín 1988) no la cita en las zonas Sur y Este de la isla, presencia confirmada en nuestros muestreos de manera inequívoca y abundante.

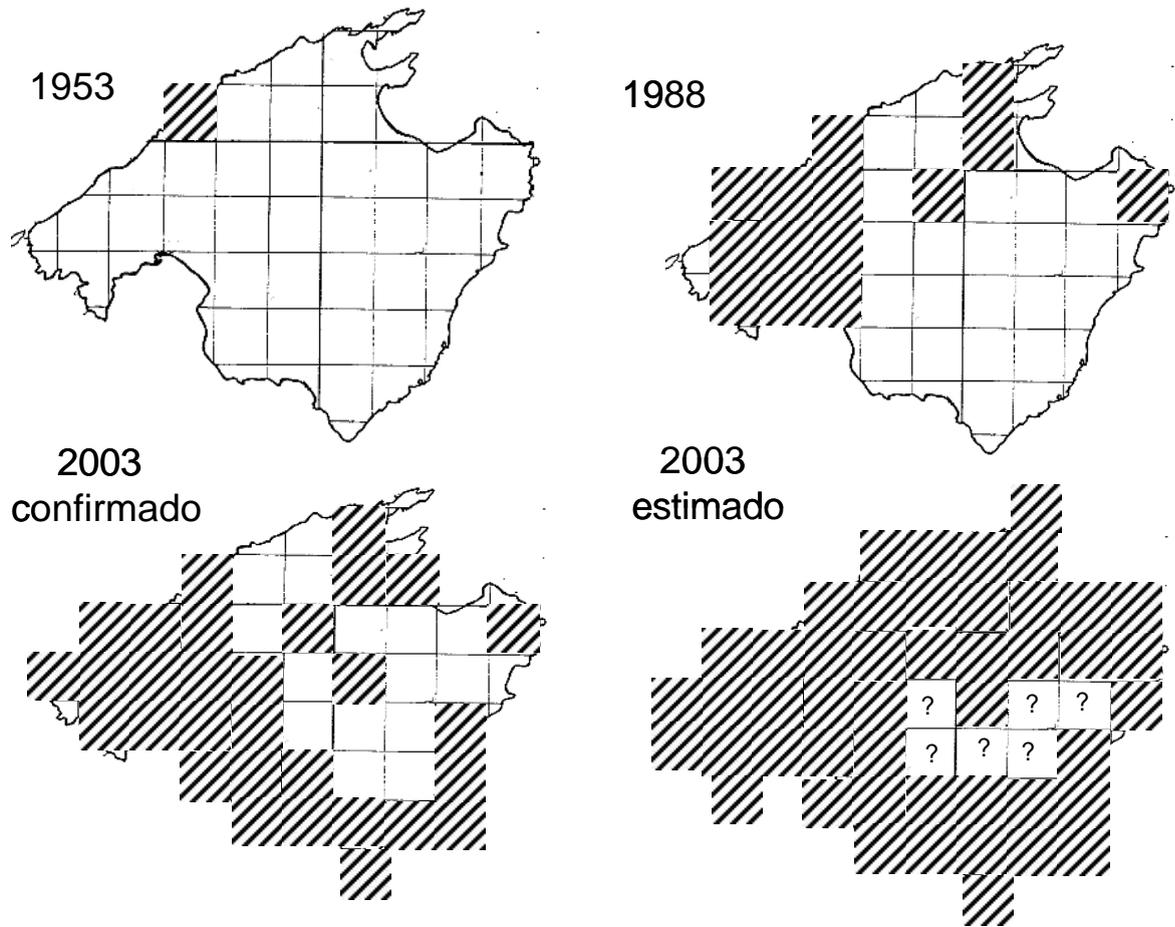


Figura 7.- Evolución histórica de la hormiga argentina en la isla de Mallorca basado en la presencia o ausencia en cuadrículas de 10x10 Km. No se incluyen las poblaciones de Cabrera. Fuente: Elaboración propia

3. Los problemas generados por la Hormiga argentina. Casos generales.

3.1. Afecciones a la fauna de hormigas

La hormiga argentina, como dominadora del ecosistema provoca profundos cambios en la fauna local de hormigas de los lugares donde se establece. Sus hábitos alimenticios generalistas y sus hábitos epigeos hacen que sea competencia directa de gran número de especies (Majer 1994). La ausencia de competencia intraespecífica, su modo de reproducción y su elevada eficiencia como forrajeadora la convierten en una seria amenaza.

Es una competidora formidable, incluso para especies cercanas a ella y también dominadoras del hábitat. En estudios de laboratorio se analizó la mutua influencia entre la hormiga argentina y una hormiga filogenéticamente cercana (*Forelius mccoocki*), también dominadora del hábitat en ausencia de hormiga argentina y desplazada por ésta. Se constató que mientras que la presencia de *Forelius* no afectaba a las tareas de forrajeo de la hormiga argentina, la presencia de hormiga argentina sí afectaba sobremanera a las *Forelius*, llegando éstas a permanecer en el nido sin salir a forrajear hasta perecer de inanición (Holway et al 2002).

La afección a la fauna nativa de hormigas es siempre muy grave (Erickson 1972, Tremper 1976, Ward 1982, De Cock et al 1992, Human & Gordon 1996, Human & Gordon 1997, Holway 1998, Kennedy 1998, Paiva et al 1998, Sanders et al 2001, Miyake et al 2002, Carpintero et al 2003). En Sacramento (California) (Ward 1982), se ha estudiado la afección a la fauna local en valles de vegetación riparia. La afección se demostró como muy importante, con entre 1 y 5 especies autóctonas recolectadas en las zonas invadidas y entre 6 y 12 en las zonas no invadidas. Esta afección se debía principalmente a la presencia o no de hormiga argentina y no a condiciones ambientales o condiciones intrínsecas a la zona muestreada. En San Francisco (Tremper 1976) se mostró una baja coexistencia de especies nativas y hormiga argentina. En Japón (Miyake et al 2002) las zonas infectadas presentan un número de especies menor que la mitad de las zonas no invadidas. Los mismos resultados se obtienen en Sudáfrica en la zona del fynbos (Donnelly & Giliomee

1985).

En zonas más cercanas, analizando parcelas de *Pinus pinaster* en Portugal se encontró que las zonas sin hormiga argentina albergaban hasta ocho especies nativas diferentes, ausentes de las zonas infestadas (Way et al 1999). En otros hábitats como eucaliptales o robledales de la zona central de Portugal las zonas infestadas presentan índices de biodiversidad de hormigas hasta 7 veces menores que los no infestados, con un total de 6 especies citadas por 41 especies para los lugares no invadidos (Cammell et al 1996).

La afección a las especies nativas no es homogénea. Las especies más afectadas son sus competidoras directas, con un perfil de especies dominantes, oportunistas y epigeas, mientras que las especies hipogeas o poco conspicuas la afección no es estadísticamente significativa (Ward 1982, Holway 1998, Paiva et al 1998, Suarez et al 1998, Holway et al 2002, Sanders et al 2002). En California (Ward 1982) muestra que las especies epigeas se ven seriamente afectadas, con las especies dominantes erradicadas de sus antiguos territorios. De 27 especies presentes 16 nunca fueron recolectadas en parcelas invadidas, y ninguna especie fue recolectada solamente de estas parcelas, es decir, ninguna especie es capaz de acompañar a la hormiga argentina en su alteración del hábitat. En el Sur de California (Erickson 1972) la hormiga argentina reemplazó a tres especies nativas competidoras directas (*Pogonomyrmex californicus*, *Pheidole grallipes* y *Messor pergandei*). En Japón (Miyake et al 2002) se alcanzan resultados similares, siendo las especies arbóreas y epigeas las más afectadas.

Este efecto se da incluso en escalas de medición muy bajas, con saltos abruptos de abundancia de especies nativas en zonas donde no se encuentra la hormiga argentina, y escasez de ellas en las zonas invadidas (Kennedy 1998). En la Figura 8 se aprecia lo abrupto de esta influencia.

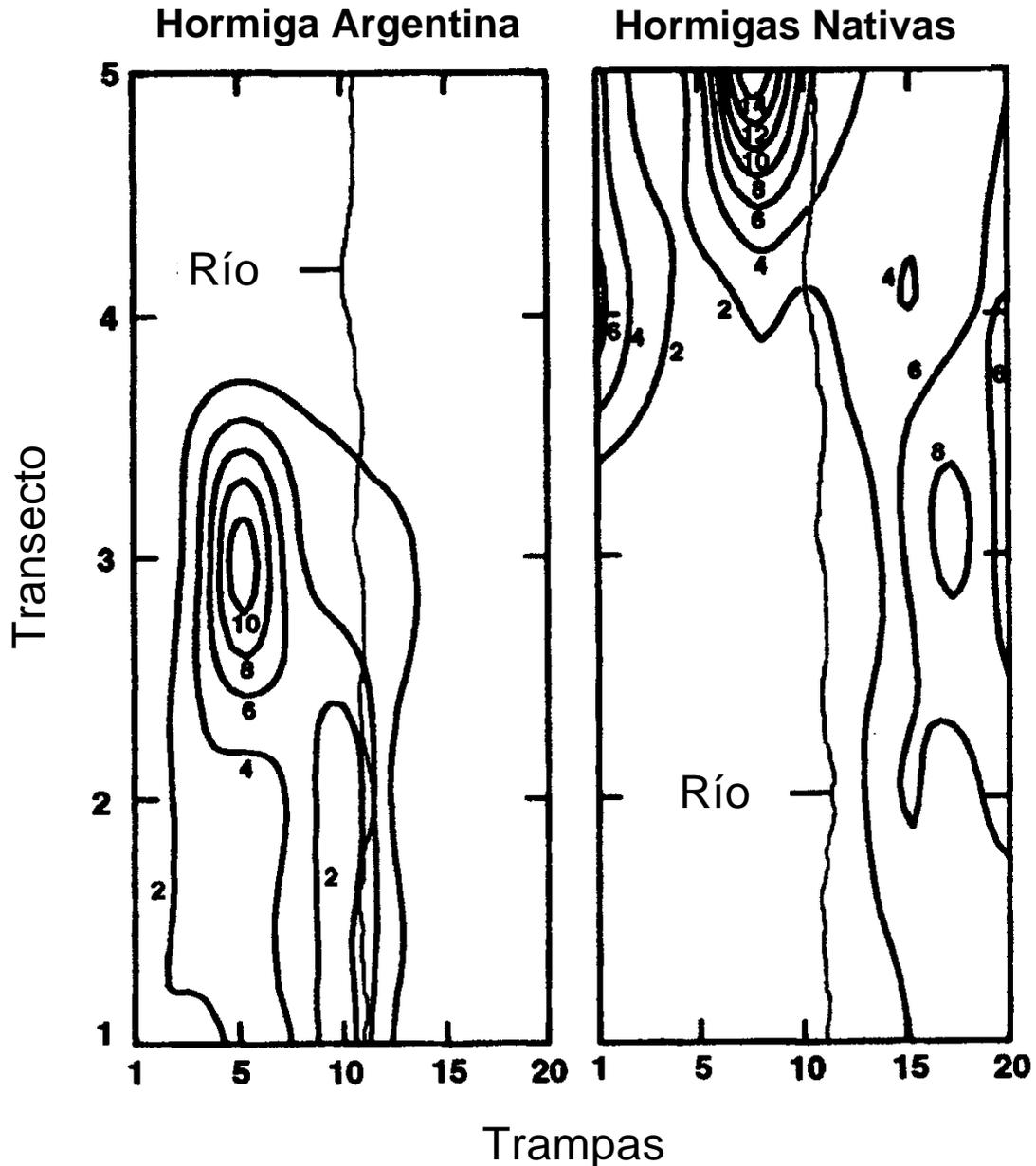


Figura 8.- Abundancia de hormiga argentina y especies nativas en Reservoir Canyon (California). La distancia entre transectos es de 100 metros. Los números reflejan abundancia de especímenes. Fuente (Kennedy 1998): Fig. 2, Pág. 347. Reproducida con permiso del autor.

Se aprecia claramente que se puede hablar de un “frente” de invasión perfectamente definido, con una elevada competencia por los recursos en la zona limítrofe, una zona muy empobrecida en especies nativas dominio de la argentina y una zona inalterada donde las especies nativas son abundantes (Way et al 1997, Human & Gordon 1996, Kennedy, 1998). Las zonas invadidas se mantienen “limpias” de nuevos nidos de hormigas mediante la predación directa sobre reinas fundadoras (Human & Gordon 1996).

La competencia con las hormigas nativas es tanto indirecta, mediante la explotación de los recursos compartidos, como directa, mediante el ataque a las colonias establecidas. (Ward 1982) ofrece una lista de 8 especies con ataques directos observados en la región de California. En Japón (Miyake et al 2002) se realizaron estudios de agresividad confirmándose estos resultados. En la Isla de Mallorca (Salobrar de Campos), los autores han observado ataques directos de hormiga argentina sobre una colonia de *Camponotus sichelii*. Las obreras de *C. sichelii* eran muertas y abandonadas, mientras que las larvas del nido eran transportadas a los nidos de la hormiga argentina. En Portugal se han observado ataques similares a *Crematogaster scutellaris* y *Pheidole pallidula* (Way et al 1997).

Las afecciones pueden ser realmente rápidas y de consecuencias devastadoras (Ward 1982, Suarez et al 1992, Human et al 1998, Holway 1999, Sanders et al 2001). Por norma general, la invasión y alteración del hábitat se da en menos de un año (Sanders et al 2003). En el estudio de Sacramento (California), una especie (*Liometopum occidentale*) competidora directa de la argentina, abundante en las zonas estudiadas en 1984 había desaparecido en 1986. En una localidad de Japón (Miyake et al 2002), la hormiga argentina fue detectada en 1993, y el estudio de afecciones se realizó en el año 2000. En éste, dos especies (*Ochetellus itoi* y *Lasius japonicus*) nunca fueron encontradas coexistiendo con la hormiga argentina, y dos de las mas abundantes (*Formica japonica* y *Tetramorium caespitum*) se encontraron en menos de un tercio de las zonas invadidas. En California, zonas habitadas por hormigas nativas en 1993 eran totalmente dominadas por la hormiga argentina en 1995 (Human et al 1998).

Existen datos discordantes acerca de si las especies de tamaño menor que ella son soportadas por la hormiga argentina. La ya mencionada *Paratrechina sakurae* y otras dos especies de California (Suarez et al 1998) coexisten con la argentina respondiendo a este patrón. Sin embargo, otros estudios (Holway 1998b) muestran que este tipo de especies también se ve afectado. La causa de la coexistencia parece estar más bien en razones de no competencia por recursos más que de tamaño. Una especie (*Solenopsis molesta*) ha conseguido incluso “asociarse” a la hormiga argentina en una relación cleptobiótica en California (Suarez et al 1998).

Hay especies que no parecen verse afectadas por la invasión. *Paratrechina sakurae* (Miyake et al 2002) no fue atacada a menos que hubiese ataque previo por su parte, y no se ve prácticamente afectada. En Estados Unidos *Prenolepis imparis* coexiste sin problemas con la hormiga argentina (Holway 1998b). En este caso la coexistencia parece ser debida a que *P. imparis* está activa en los meses más fríos y húmedos, por lo que su interferencia con la hormiga argentina es poco probable (Sanders et al 2001).

También compite eficazmente con otras especies de hormigas invasoras. En Madeira eliminó en gran parte a *Pheidole megacephala* (Stoll 1898), aunque hoy día la situación parece ser de segregación espacial (obs. per.) y en las Bermudas la situación parece ser de equilibrio entre ambas especies con una distribución alternada con territorios entremezclados y continuamente en conflicto ganando y perdiendo terreno una y otra especie a lo largo del tiempo (Haskins & Haskins 1965, Lieberburg et al 1975, Haskins & Haskins 1988). En Alabama compite muy eficazmente con *Solenopsis richteri* (Wilson, 1951).

En Portugal se ha notificado que *Pheidole pallidula* puede representar una competidora seria para la hormiga argentina, siempre que no se modifique el hábitat natural, llegando a suponer una barrera para su expansión (Paiva et al 1998). De hecho, en zonas de vegetación autóctona estable con una fauna de hormigas fuertemente establecida tiene muchas dificultades para establecerse (Paiva et al 1998), con *Pheidole pallidula* y *Crematogaster scutellaris* presentando una fuerte oposición en sus hábitats naturales y *Tapinoma nigerrimum* y *Tetramorium hispanicum* haciendo lo mismo en las zonas labradas (Way et al 1997). En Marruecos se atribuye una resistencia similar por parte de *Tapinoma simrothi* (Bernard 1983).

3.2. Afecciones a la fauna de artrópodos

Las hormigas son un grupo de especies altamente dominadoras del hábitat y con un elevado poder de influencia sobre la comunidad de artrópodos de la zona que habitan. Respecto de la hormiga argentina, sus hábitos alimenticios depredadores generalistas unidos a su elevada eficiencia como forrajeadora y su elevada densidad

de población hacen que alteren la composición de la fauna de la zona afectada de forma muy notoria.

En el parque Nacional de Haleakala (Hawai), las afecciones a la fauna de artrópodos fue calificada como de muy grave. La mayoría de la fauna endémica se demostró afectada, entre ellos gasterópodos, arañas, colémbolos, dermápteros, hemípteros, coleópteros, dípteros, himenópteros y lepidópteros. En muestreos específicos para ocho especies de coleópteros endémicos su abundancia fue cinco veces menor en las zonas infestadas. La mayoría de los coleópteros endémicos de la isla que viven a elevadas altitudes son ápteros, por lo que tanto las larvas como los adultos son sensibles a los ataques de la hormiga argentina. Especies de himenópteros, como la abeja solitaria *Hylaeus volcanica*, desaparecen completamente de las zonas infestadas, aunque abundan los nidos abandonados. En una ocasión se observó predación directa de la hormiga argentina sobre esta especie, con las hormigas penetrando en el nido, cortándole las alas y desmembrando a la víctima. Se cree que la hormiga argentina es el principal depredador de esta especie. (Cole et al 1992). Estos datos se ven confirmados en California, donde el 22% de todos los nidos de avispa observados estaban invadidos por la hormiga argentina (Gambino 1990).

Ward (1982) ya llama la atención sobre la posible afección de la invasión de la hormiga argentina sobre las comunidades de homópteros y cinípidos de los robledales de las zonas afectadas así como de la posible afección a una especie de coleóptero (*Desmocerus californicus dimorphus*, Coleoptera: Cerambycidae) amenazado de extinción en Sacramento (California) si bien no ofrece más datos. Este coleóptero fue objeto de estudio en 1999 para analizar el efecto de la hormiga argentina. Los resultados fueron claros y contundentes. La hormiga argentina elimina de la zona invadida al cerambícido. Los únicos lugares donde todavía coexistían fueron invadidos por la hormiga argentina menos de tres años antes del estudio, por lo que una futura eliminación era más que probable. La recomendación final del estudio es que el futuro del cerambícido pasaba por controlar la población de hormiga argentina de la zona (Huxel 2000).

Estos resultados, sin embargo, no han podido confirmarse en otros estudios

específicos de afección a artrópodos. La alta incidencia a la fauna hawaiana parece deberse a la no existencia de hormigas nativas en estas islas (Holway 1998b), y en el Norte de California no se han podido hallar diferencias significativas en cuanto a la composición de la fauna de artrópodos en zonas invadidas y no invadidas (Holway 1998b). En California las zonas estudiadas con una mayor diversidad de arañas coincidían con las zonas de vegetación antigua y fragmentada con la mayor abundancia de hormiga argentina de la zona, mientras que los dípteros y ácaros sí se vieron negativamente afectados por su presencia (Bolger et al 2000).

Ciertas especies pueden verse favorecidas por la hormiga argentina. En Hawai especies carroñeras o cazadoras son más abundantes en las zonas invadidas. Estos artrópodos que predan sobre las hormigas inmaduras o se aprovechan de los restos dejadas por éstas. En el caso de especies coexistentes, una especie se podría ver favorecida por la disminución de su competidora. Asimismo se ven favorecidas las especies no autóctonas, como ciertos colémbolos, isópodos y estafilínidos carroñeros (Cole et al 1992). En California se obtuvieron resultados similares, con un favorecimiento de los carroñeros en las zonas invadidas, con una clara disminución de los depredadores y parásitos y un mantenimiento de los herbívoros (Human & Gordon 1997).

3.3. Afección a otras plagas forestales

Es conocido el hecho de que diferentes especies de hormigas son válidas para el control biológico, entre ellas las pertenecientes al género *Oecophylla* en Asia y África o *Formica* en las zonas paleárticas. Los resultados alcanzados con especies de *Formica*, por ejemplo, son realmente espectaculares, con una colonia de *Formica polyctena* recolectando del orden de 6 millones de presas en un terreno de un tercio de hectárea en un año o una colonia de *Formica rufa* capturando del orden de 21.700 larvas de mariposa en un sólo día (Hölldobler & Wilson 1990). En diferentes estudios se ha analizado la eficiencia de la hormiga argentina como posible agente controlador de otras plagas en los ambientes forestales.

En estudios realizados sobre la procesionaria (*Thaumetopoea pityocampa*) en zonas de *Pinus pinaster* en Portugal, las zonas habitadas por hormiga argentina

permanecían prácticamente sin daños, mientras que las zonas habitadas por hormigas nativas presentaban daños graves. Esta protección tenía como causas principales la eficiencia de la hormiga argentina como depredadora, la explotación de diferentes especies de áfidos en los pinos, lo que le hacía contar con una presencia permanente de hormigas obreras forrajeando en toda la superficie del pinar y la facilidad para reclutar obreras al descubrirse agrupaciones de orugas de procesionaria, cazadas hasta el exterminio y llevadas a los nidos como fuente de alimento en largas filas de obreras de argentina (Way et al 1999).

Las especies nativas, por el contrario, despreciaban las larvas de procesionaria como fuente de alimento (Way et al 1999).

Las características de supercolonia y densidad constante de nidos por parte de la hormiga argentina en las zonas invadidas provoca el que esta protección sea constante en toda la superficie del pinar, y no depende de la distancia al nido como ocurre en las especies de *Formica* (Way et al 1999).

Un patrón similar se encontró en la ausencia de daños por *Phoracanta semipunctata* en eucaliptares de Portugal con presencia de hormiga argentina. Esta protección, sin embargo, no provenía de la depredación de las puestas de *Phoracanta* al ser inaccesibles en muchos casos a la hormiga argentina por estar en grietas demasiado estrechas. Sólo un 36% de los huevos puestos eran consumidos, y un 23% de la puesta se convertía en larvas de 2º estadio establecidas en la madera bajo la corteza. La causa aducida en el estudio para esta ausencia de daños era tanto una predación directa sobre los machos de *Phoracanta* y el impedimento a la oviposición de las hembras por parte de las forrajeadoras de hormiga argentina. Los resultados del estudio, un tanto sorprendentes, no achacan a la hormiga argentina esta protección, sino más bien a que los factores que favorecen la presencia de la hormiga argentina favorecen asimismo la resistencia del propio árbol a la invasión (Way et al 1992).

A pesar de su elevada efectividad como depredador, la hormiga argentina no es un agente válido para controlar cualquier tipo de plaga. En estudios realizados sobre la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* (Díptera: Tephritidae), la hormiga

argentina se revela como un depredador ineficiente con un 50% de mortalidad media de las larvas tras 10 minutos de ataque por varias hormigas a la vez. La mayoría de las larvas no fueron muertas hasta después de pupar. Los mismos resultados se obtuvieron con moscas adultas, necesitando las hormigas hasta 10 minutos para inmovilizarlas. La mortalidad de las larvas en estudios de campo es de apenas un 4% en el mejor de los casos. En el caso de los adultos eclosionados, las muertes por hormiga argentina eran de un 39%. En resumen, la hormiga argentina no es un buen controlador biológico de este díptero, achacándose esta circunstancia a la habilidad de las larvas para enterrarse con rapidez tras caer al suelo (Wong et al 1984).

A pesar de tratarse de un predador generalista, existe cierta asimetría en cuanto a las presas escogidas. En el caso de las orugas de mariposa, por ejemplo, se ha demostrado que existe preferencia a escoger las orugas de especies generalistas respecto de las consumidoras especializadas de plantas. Estas pueden diferenciarse en base a sus colores más vivos en muchos casos, si bien especies crípticas con un rango estrecho de plantas consumidas le son también menos apetecibles (Bernays & Cornelius 1989).

3.4. Afecciones a la fauna de vertebrados

Existe una creciente literatura donde se analiza la afección de las hormigas introducidas a la fauna de vertebrados.

Krushelnycky et al (2001) analizan la influencia de la hormiga argentina sobre los petreles del parque natural de Haleakala en Hawai. Esta es una especie en peligro de extinción que nidifica en madrigueras. La conclusión del estudio es que no existe una diferencia significativa entre la supervivencia de los pollos de petrel en las zonas infestadas y no infestadas. Conviene recalcar, sin embargo, el hecho de que en dicho estudio se señala la causa de esta no afección en las bajas temperaturas existentes en las cámaras de incubación de las madrigueras de estos petreles.

Este modo de incubación, sin embargo, no es la habitual entre la mayoría de las aves existentes en las Baleares, por lo que creemos que las conclusiones no son extrapolables a la situación de muchas otras especies. De hecho se ha notificado la

predación directa sobre polluelos en el nido (Newell & Barber 1913, Swoboda & Miller 2003). Fuentes del Parque Nacional de S'Albufera de Alcudia no han observado este tipo predación directa, pero sí que se ha observado que son consumidos en cuanto caen del nido (Maties Rebassa, com. pers.), y que algunas de estas caídas del nido pueden deberse a la infestación de los mismos por la hormiga argentina (Pere Vicens, com. pers.).

Más que la predación directa, los efectos sobre los vertebrados aparecen como consecuencia de los cambios que la hormiga argentina provoca a los ecosistemas, tanto en materia de distribución de artrópodos como en los cambios en las relaciones artrópodo-planta.

Los vertebrados que basen su dieta en las hormigas se ven afectados por la invasión de la hormiga argentina, al ser éstas eliminadas. En el caso del lagarto cornudo de las costas de California (*Phrynosoma cornutum*), se da una situación de este estilo. Está desapareciendo de su hábitat natural por culpa de la fragmentación de su hábitat y de la afección por la hormiga argentina. Su base alimenticia son las hormigas nativas de la zona, eliminadas por la hormiga argentina (Suarez et al 2000, Suarez & Case 2002). La abundancia del lagarto cornudo está negativamente relacionado con la hormiga argentina (Suarez & Case 2002). En las zonas donde sobrevive, cambia sus hábitos alimenticios de estar basada en hormigas (98% de los alimentos, un 65% hormigas recolectoras de semillas) a estar basada en otros artrópodos, con sólo un 55% de hormigas (3% de hormigas recolectoras de semillas). Nunca se detectaron hormigas argentinas en las heces de estos lagartos, y sí aparecen coleópteros, isópodos e himenópteros (Suarez et al 2000).

Al ser criados en laboratorio con diferentes dietas de hormigas, estos lagartos presentaron un desarrollo normal al ser criados con hormigas nativas y los ratios de crecimiento fueron óptimos. Al serlo con otros artrópodos los ratios de crecimiento son nulos (no existe aumento de masa corporal) y al ser criadas con una dieta exclusiva de hormiga argentina perdieron del orden del 20% de masa corporal en dos semanas, debiendo interrumpirse el experimento. Al cambiar la dieta a hormigas nativas alcanzaron de nuevo crecimientos normales (Suarez & Case 2000).

Este tipo de resultados es de esperar que sean generalizables a los predadores especialistas de los hábitats invadidos por la hormiga argentina, como para el pájaro “palila” de Hawai, que se alimenta de abejas (Krushelnycky & Joe 1997). Las opciones de estos predadores son, bien cambiar de dieta, con las consecuencias de un menor aprovechamiento de los recursos, bien desaparecer de dicha zona.

3.5. Afecciones a los cultivos y otras actividades económicas humanas

La hormiga argentina, en particular, atiende áfidos y homópteros a los que protege de depredadores y parásitos (Krushelnycky & Joe 1997, Swoboda & Miller 2003). Una de sus fuentes principales de alimento son las secreciones azucaradas de estos insectos. Las hormigas los protegen frente a los depredadores, lo que hace que se fomente su presencia en las plantas, lo cual llega a ser un problema en las plantaciones (Bristow 1991).

En plantaciones de cítricos en California la presencia de hormiga argentina eliminaba la efectividad de una mariquita (*Stethorus picipes*, Coleóptera: Coccinellidae) al reducir el tiempo que el predador se mantenía sobre los rebaños de áfidos, lo que se traduce en mayores densidades de áfidos en las zonas infestadas de hormiga argentina (Haney et al 1987). En ausencia de hormiga argentina este depredador controla de manera efectiva las poblaciones de áfidos (Haney et al 1987). Sus hábitos alimenticios generalistas la llevan a alimentarse de frutos y yemas en las plantaciones de cítricos (Krushelnycky & Joe 1997).

Las obreras roban miel y predan eficientemente tanto adultos como inmaduros en las colmenas de abejas, llegando a eliminar colonias enteras (Buys 1990). Las colmenas maduras no suelen tener problemas para rechazar a los atacantes, mientras que las colonias más jóvenes, o recién trasladadas sí se ven seriamente afectadas (Buys 1990). Además compiten eficientemente por las fuentes de néctar con las abejas, llegando a recolectar los dos tercios del néctar generado por las flores de *Eucalyptus* (Buys 1990).

Son un grave obstáculo en la lucha biológica, al consumir de manera muy eficiente

los huevos de depredadores liberados en las plantaciones. En estudios realizados en California llegaron a consumir el 98% de los huevos de *Chrysoperla carnea* soltados para controlar las poblaciones de áfidos (Dreistadt et al, 1986).

3.6. Afecciones a los ecosistemas

Como se ha visto con anterioridad, las hormigas suelen ser piezas clave en los ecosistemas de todo el mundo. A veces esta relación con el medio se da en forma de especies claramente dominantes como predadores (*Formica*, *Eciton*), como recolectores-dispersadores de semillas (*Messor*, *Pogonomyrmex*) o como “pastores” de áfidos/homópteros (*Lasius*, *Acanthomyops*).

Estas relaciones son realmente complejas entre las hormigas, con especies parásitas e inquilinas (*Anergates*, *Teleutomyrmex*, algunas *Formica*, etc.), algunas esclavistas (*Formica sanguinea*, *Chalepoxenus*, *Strongylognathus*). También lo son con el resto de artrópodos, con relaciones tan excepcionales y dependientes como la existente entre las hormigas del género *Myrmica* y las mariposas del género *Maculinea*.

No es de extrañar que la introducción de la hormiga argentina, al afectar tan severamente la comunidad de hormigas de un ecosistema invadido, genere asimismo una reorganización total del mismo. Las comunidades no invadidas responden a un modelo complejo altamente estructurado y basado en la competencia. En las comunidades invadidas, por el contrario, las comunidades responden a un modelo aleatorio (Sanders et al 2003). Las afecciones van desde las del tipo predador especializado-presa (Suarez et al 2000) hasta las de dispersión de semillas por hormigas granívoras (Bond & Slingsby 1984). En la región de Ciudad del Cabo en Sudáfrica se descubrió que las orquídeas veían afectadas negativamente su polinización ya que la presencia de hormigas argentinas en los nectarios podría repeler a los insectos polinizadores (Buys 1990).

Esto quiere decir que la afección de la hormiga argentina va más allá que el simple desplazamiento de especies nativas. Provoca un cambio profundo en el mismo ensamblaje del ecosistema, empobreciéndolo y cambiando por completo las

relaciones entre especies. Volver a recalcar el hecho de que este cambio es rapidísimo, normalmente menos de un año tras la invasión.

Ejemplos específicos de estas alteraciones son también abundantes. En Hawaii, la hormiga argentina afecta severamente la abundancia de dos polinizadores: *Agrotis* sp (Lepidoptera, Noctuidae) y *Hylaeus volcanica* (Hymenoptera: Hylaeidae). La reducción e incluso eliminación de estos polinizadores endémicos provocaría efectos cruzados en la fauna dependiente de los frutos de las plantas polinizadas (Cole et al 1992).

En Sudáfrica cerca del 20% de las especies de plantas del fynbos (unas 1.300 especies) dependen de las hormigas para su dispersión (De Kock et al 1992). La aparición de la hormiga argentina en este ecosistema está provocando graves alteraciones al funcionamiento del mismo como en el caso de la relación entre hormigas endémicas y algunas especies de plantas Proteáceas en Sudáfrica (Bond & Slingsby 1984). En muestreos realizados en 1985 las zonas con hormiga argentina presentaban una menor diversidad de plantas y una mayor abundancia de aquellas Proteáceas que no necesitan de las hormigas autóctonas para su dispersión (Donnelly & Giliomee 1985).

Estos efectos negativos vienen dados por la menor efectividad de la hormiga argentina que las especies nativas a desempeñar ciertas tareas. En el caso de las plantas que se reproducen mediante semillas provistas de elaiosomas⁸ la hormiga argentina recoge las semillas más lentamente, las desplaza distancias menores y no las almacena en nidos bajo tierra, sino que las deja en la superficie, con lo que son devoradas por otros animales (Bond & Slingsby 1984). El resultado es que en las zonas no infestadas el porcentaje de semillas germinadas es de un 35%, mientras que en las infestadas es del 0% (Bond & Slingsby 1984). En nuestras latitudes también se ha demostrado que el efecto de la argentina en la dispersión de

⁸ La planta genera estos cuerpos nutritivos que rodean la semilla. Las hormigas transportan la semilla a las cercanías del hormiguero, separan y consumen el elaiosoma y desechan la semilla, que es transportada de esta manera distancias considerables.

Euphorbia, *Genista* y *Sarothamnus* es variable, pudiendo ser desde muy negativo hasta pasar a poder reemplazar a las hormigas nativas (Gómez & Oliveras 2003).

La hormiga argentina puede también usurpar roles desempeñados, anteriormente a la invasión, por la fauna autóctona. En Hawai el predador dominante a más de 2800 m de altitud es una especie de araña lobo endémica. Su abundancia es significativamente menor en las zonas infestadas, así como las de otras especies de arañas menores. La especie europea *Forficula auricularia* (Dermaptera), predador introducido en las islas, desaparece de las zonas infestadas (Cole et al 1992).

Un hábitat especialmente importante para la fauna de artrópodos son las zonas bajo rocas y piedras. La hormiga argentina es un competidor fabuloso también en este tipo de hábitats. En caso de que el número de hormigas argentinas bajo una piedra es significativamente alto (>50) rara vez se encuentran otros artrópodos (Cole et al 1992).

3.7. Afecciones en el medio urbano

En este medio la mayor afección son las infestaciones de las viviendas. Existen muy pocos informes acerca de las causas que las provocan, si bien se estima que pueden llegar a ser realmente graves.

Estas invasiones son más numerosas en los meses fríos de invierno con temperaturas bajas y humedad alta y presentan una abundancia importante pero menor en los meses finales de verano con elevadas temperaturas y baja humedad relativa (Gordon et al. 2001).

No está claro el hecho de que las hormigas trasladen su nido a los edificios una vez encuentran una fuente de alimento o si, por el contrario, se refugian en ellos cuando las condiciones climáticas son adversas y una vez dentro buscan la fuente de alimento.

Sí está claro que emplean los edificios como refugio en el cual las colonias siguen prosperando mientras las condiciones climáticas son desfavorables.

3.8. Otras afecciones

Además de las afecciones a la fauna, los ecosistemas y las viviendas, las características de abundancia, versatilidad para anidar en edificios y elevada capacidad para descubrir y explotar fuentes de alimento hace que se haya analizado la capacidad de la hormiga argentina como vector de infecciones patógenas.

En la industria alimentaria se ha descubierto que son una fuente muy importante de patógenos en los alimentos. En un estudio chileno (Ipinza-Regla et al 1984) prácticamente todas las muestras de hormigas se mostraban contaminadas por diferentes tipos de patógenos y éstos eran transmitidos a los alimentos en un elevado porcentaje (46 % de las muestras analizadas, todas sin patógenos antes del paso de las hormigas). Entre estos microorganismos se encontró a *Shigella flexneri*, patógeno natural altamente especializado del ser humano y algunos primates superiores. Es el primer caso de himenóptero transmisor de esta bacteria, de la que se pensaba que solo podía transmitirse por las heces o moscas. En este caso la enfermedad se manifiesta con muy poco grado de contaminación, ya que entre 10 y 100 células viables pueden provocar la enfermedad.

Otros microorganismos encontrados fueron *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, entre otras provocadoras de intoxicaciones alimentarias (diarreas, vómitos, etc.). También se encontraron otros microorganismos (normalmente asociados a condiciones higiénicas inadecuadas, cuya presencia es indicadora de posibles bacterias patógenas), hongos y levaduras. En dicho estudio se aconsejaba incluir la hormiga argentina dentro de los planes de control de insectos y vectores en la industria alimentaria.

En un estudio similar realizado en hospitales mejicanos por los mismos autores se demostró inequívocamente que la hormiga argentina es un vector de diferentes especies de bacilos, representando un peligro potencial como transmisor de estos organismos relacionados a cuadros patológicos y a infecciones nosocomiales (Ipinza et al 1981)

4. Los problemas ocasionados por la Hormiga argentina en las Baleares.

No hemos encontrado ninguna referencia bibliográfica en la que se aluda a la problemática presente o futura de la hormiga argentina en las Islas Baleares. Tan sólo el trabajo de Comín vaticina en los años 80 el presente en las islas donde dice “[...] en unos 10-20 años, es posible que sea la única hormiga en las proximidades del hábitat humano. [...] tiene asegurado el éxito en nuestras islas. [...] los biotopos originales profundamente alterados por complejos turísticos [...] favorece aún más el oportunismo de esta plaga. [...] No hay hábitat que se le resista”

Estas palabras parecen proféticas en la mayoría de las zonas urbanas de las islas, en zonas de la Sierra de la Tramuntana (Es Port des Canonge, por ejemplo) y sobre todo en las zonas húmedas como S’Albufera de Alcudia.

Las afecciones esperadas son las mismas que en el resto del mundo. La fauna de hormigas está profundamente alterada en las zonas invadidas. En el Parque de S’Albufera en dos días de búsqueda no hemos encontrado ninguna especie aparte de la hormiga argentina, en una zona donde se habían citado hasta 22 especies diferentes. El grado de infestación del parque es realmente espectacular, con unas densidades por metro cuadrado muy elevadas. En muestreos realizados en Es Port des Canonge sólo se encontraron especies arborícolas, mientras que la fauna del suelo se reducía a la hormiga argentina. Los problemas detectados en el curso de nuestras investigaciones arrojan resultados preocupantes, que se detallan en el punto 6.2.

Es muy probable que estas afecciones se hayan generalizado a otras especies de artrópodos debido a la predación directa o indirecta al monopolizar las fuentes de alimento. En el Parc de S’Albufera los autores encontraron una paloma muerta en el pinar completamente cubierta por obreras de hormiga argentina; en el cadáver no se encontró ningún otro tipo de artrópodo, ni siquiera moscas.

Otras plagas forestales pueden verse afectadas. Los autores han identificado como

hormiga argentina una muestra obtenida en los pinares de Alcudia predando sobre orugas jóvenes de procesionaria (*Thaumetopoea pityocampa*), por lo que puede estar disminuyendo la afección de esta grave plaga forestal en las zonas invadidas.

Los apicultores de las islas tienen que prevenir los ataques de la hormiga argentina elevando las colmenas y pintando las patas con aceite de soja⁹ (José Matas com. pers.).

Las poblaciones de lagartijas de las islas podrían verse afectadas en mayor o menor medida dependiendo de su dieta. Un listado de las citadas hasta la fecha serían (Barbadillo et al 1999, Salvador 1998, Daniel Cejudo com. pers.):

- ? Lagartija de Marruecos (*Lacerta perspicillata* Duméril y Bibron 1839). Especie citada de Menorca y del Norte de África con hábitos alimenticios desconocidos.
- ? Lagartija balear (*Podarcis lilfordi* Günther, 1874). Endemismo de Cabrera y los islotes circundantes de Mallorca y Menorca. Se alimenta de hormigas y otros artrópodos, carroña, vegetales, polen etc.
- ? Lagartija de las Pitiusas (*Podarcis pityusensis* Boscá 1883). Endemismo de Ibiza y Formentera. Alimentación omnívora, si bien más del 50% de su dieta en Ibiza lo componen las hormigas.
- ? Lagartija Italiana (*Podarcis sicula* Rafinesque, 1810). Citada de Menorca de alimentación insectívora.

Es muy probable que la invasión afecte a ciertos procesos de los ecosistemas. Hemos querido reseñar dos a título de ejemplo. El primero es la existencia en las islas de endemismos que precisan de las hormigas para la dispersión de sus semillas y que podrían ser erradicadas de las zonas invadidas. Hemos constatado la

⁹ Ver fotografías y descripción en <http://www.islapro.com/ecologia/abeja01.htm>.

presencia en la isla de especies mirmecócoras como *Naufraga balearica* o las del género *Helleborus*, tanto *Helleborus foetidus*, de distribución Ibérica y Balear como del endemismo balear *Helleborus lividus*, del que sólo se conoce su distribución, pero no la especie de hormiga encargada de la dispersión de las semillas.

El segundo está relacionado con el reciclaje de los excrementos de los herbívoros. En una de las visitas al Parque de S'Albufera encontramos una cantidad inusual de estas deposiciones. Muchas de ellas estaban colonizadas por la hormiga argentina, anidando en su interior. Las que no lo estaban sí poseían una composición normal de fauna detritívora.

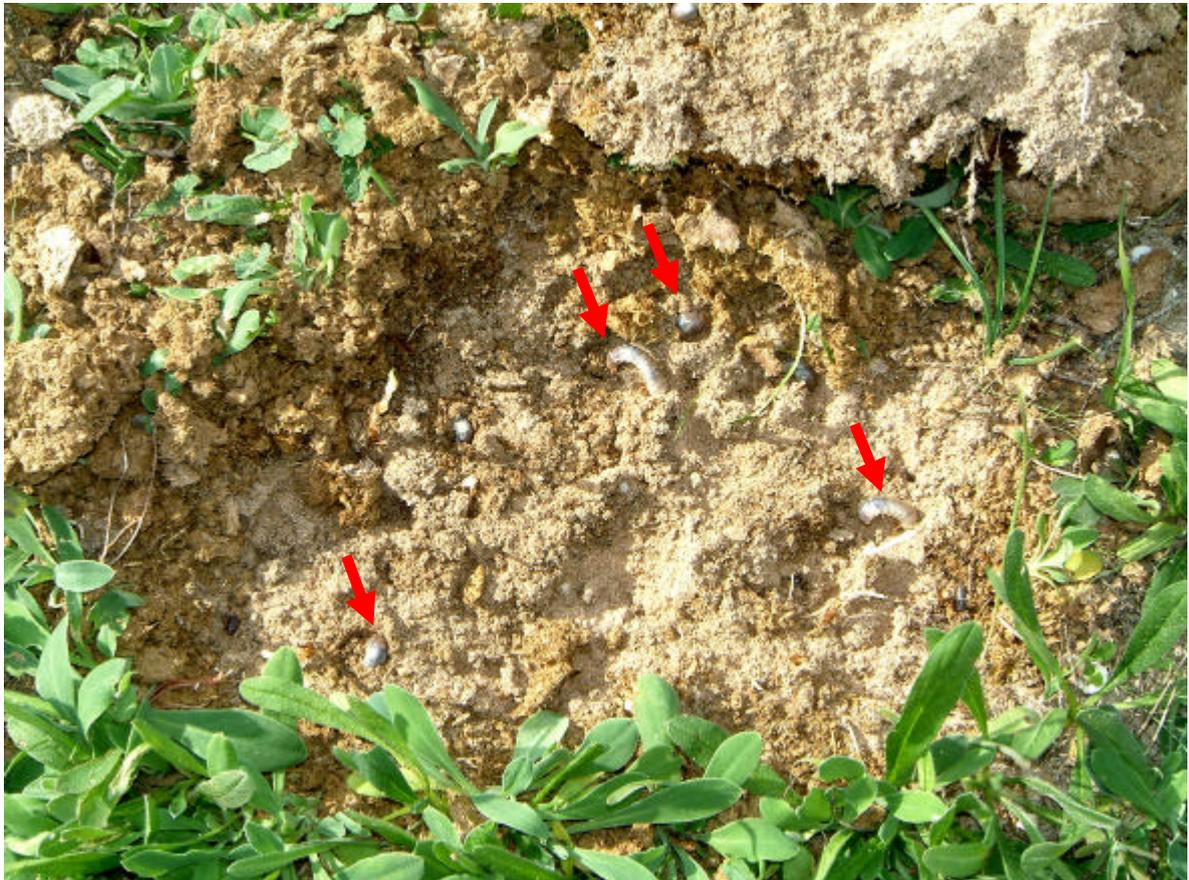


Ilustración 5.- Excrementos de herbívoro del Parque Natural de S'Albufera (octubre 2003), donde se aprecian las larvas de coleóptero indicadas con flechas en rojo. Foto: X. Espadaler

Una causa posible de esta asimetría sería la predación directa sobre las larvas de coleóptero por parte de la hormiga argentina. Su habilidad para trasladar los nidos cerca de las fuentes de alimento y las condiciones de temperatura y humedad en el interior del excremento favorecerían la mudanza de nidos de argentina al interior de

las boñigas. De corroborarse estas hipótesis, el efecto secundario sería claro al dificultar el reciclaje de las deposiciones de los herbívoros en los prados destinados a la cría.

En las zonas urbanas las infestaciones son comunes, si bien no existen datos. En la casa de uno de los autores son visitantes habituales a pesar de vivir en la zona Sur de la isla, teóricamente la zona menos infestada. En una de sus incursiones atacaron y destruyeron varios nidos de diferentes especies de hormigas que estaban siendo estudiados, e incluso se detectó una migración de argentinas, con reinas incluidas, atravesando la cocina.

Deben ser importantes también las infestaciones en empresas de manipulación de alimentos, hoteles u hospitales. En Son Dureta tuvo que cerrarse un quirófano por infestación de hormiga argentina, y en el Parque Natural de S'Albufera llegaron a cortar el teléfono. Su papel como vectores de diferentes enfermedades hace que deban extremarse las precauciones en caso de infestación.

5. Experiencias de control de la especie, y propuestas para las Baleares.

5.1. Prevención

El único método efectivo de lucha contra la hormiga argentina es la prevención. Su manera bimodal de dispersarse a través de nuevos propágulos dispersados por el hombre en lugares alejados seguidos por una rápida expansión en la zona hace que la rápida detección de dichos propágulos y su eliminación antes de que se disperse es la única manera efectiva de controlarla (Krushelnycky & Joe 1997, Suarez et al 2001).

Debe ponerse especial atención en no crear zonas de vertederos, humedales, etc. que den cobijo a estas colonias incipientes. Este tipo de hábitats alterados, si bien no parecen afectar a la velocidad de dispersión de la hormiga (Holway 1998), sí puede ofrecer fuentes de comida a las especies oportunistas (Hobbs 1989 en Holway 1998) o bien decrecen la “bioresistencia” del ambiente invadido al eliminar competidores directos o predadores no adaptados a estos ambientes (Elton 1958 en Holway 1998).

Ya se ha comentado la ligazón existente entre la hormiga argentina y los asentamientos humanos y su uso por parte de la hormiga para expandirse en los ecosistemas a través de las fronteras de éstos, limitándose la invasión a estas zonas limítrofes si las condiciones de humedad no son óptimas (Human et al 1998). Debido a esta causa, una medida preventiva propuesta para preservar reservas naturales de la invasión es el aumentar la relación área/perímetro en la reservas naturales y evitar la invasión de estos ecosistemas por las actividades humanas (Human et al 1998, Carpintero et al 2003).

En los hogares debe evitarse todo tipo de posibles fuentes de comida. Nunca se deben dejar alimentos sin proteger tanto en interior como en el exterior y deben limpiarse cuidadosamente las posibles fuentes de insectos muertos, como las juntas de las ventanas o los bajos de los muebles. Debe también prevenirse el acceso a

fuentes de alimentación en el exterior, sobre todo en los árboles y arbustos, pintando las bases con cal u otros repelentes de modo que no puedan acceder a los áfidos (Swoboda & Miller 2003).

5.2. Control

La técnica común para la eliminación de hormigas en zonas infestadas consiste en localizar los diferentes nidos y eliminarlos con insecticidas. Debido a su estructura social, este método es claramente ineficiente en el caso de la hormiga argentina, y NUNCA debe rociarse los nidos con insecticida, ya que se puede provocar el que los nidos se disgreguen y empeorar la infestación (Swoboda & Miller 2003). En las urbanizaciones tampoco se recomienda el control mediante insecticidas repelentes como las piretrinas, ya que las hormigas podrían verse “atrapadas” en las zonas de jardín y se verían forzadas a forrajear en el interior de los domicilios (Swoboda & Miller 2003). Hoy por hoy el control biológico de la especie no es posible (Krushelnycky & Joe 1997).

En el pasado se han empleado campañas masivas de fumigación con la intención de erradicar la hormiga de amplias zonas de Australia, llegando a eliminarla en 1954 de 31.000 Ha empleando DDT, dieldrin, y otros compuestos químicos. En campañas posteriores se continuaron empleando este tipo de compuestos, que si bien no eliminaban la hormiga sí la reducían a números aceptables (Van Schagen et al 1994). Hacer notar que la mayoría de estos compuestos fueron posteriormente prohibidos debido a su toxicidad y sus afecciones a la fauna.

Otra forma en la que se ha luchado contra la especie en los cultivos de cítricos es indirectamente mediante el empleo de Diazanon y Lorsban líquidos en la base de los árboles para prevenir que pudiesen explotar los recursos de los áfidos y homópteros. Este método logró controlar hasta un 97% de los nidos existentes en la zona (Haney 1984). Siguiendo este tipo de estrategias, se han empleado feromonas para dificultar el forrajeo de las obreras de hormiga argentina, siendo el Farnesol el más efectivo (Shorey et al 1992). Este método funciona como los repelentes anteriormente citados, evitando que las obreras forrajeen sobre ciertos objetivos como árboles frutales (Krushelnycky & Joe 1997).

La forma más efectiva para controlarlas es mediante cebos envenenados de efecto retardado. La difusión de la comida a través de la colonia implica una elevada mortandad en los nidos. La base para estas disoluciones es mejor que sea acuosa que en forma de gel al ser consumida en mayor cantidad por las obreras de argentina (Silverman & Roulston 2001). Recordar el hecho de que el 99% de la comida que penetra en los nidos de hormiga argentina lo hace en forma líquida (Markin 1970). La composición de estas soluciones debe ser muy azucarada (Baker et al 1985).

El veneno activo puede ser cualquiera de los típicos presentes en los productos comerciales, como el ácido bórico, el hydramethylon, el aceite de cedro rojo (*Juniperus virginiana*) o la sulfuramida (Meissner & Silverman 2001; Silverman & Roulston 2001, Swoboda & Miller 2003).

Este método se está empleando en la erradicación de propágulos si son detectados a tiempo y se ha rociado con esos cebos en forma granular los frentes de invasión en diferentes zonas de Australia (Krushelnycky & Joe 1997).

5.3. Erradicación

Se están desarrollando numerosas investigaciones en todo el mundo para aportar soluciones al problema de la invasión de la hormiga argentina, desde el tradicional empleo de pesticidas hasta posibles nuevas vías de control gracias a parasitoides o la genética de poblaciones.

Una forma de enfocar la lucha biológica contra la hormiga argentina es analizar las poblaciones nativas y las introducidas, tratando de descubrir similitudes o diferencias entre ambas poblaciones que abran caminos a nuevas formas de control. En el caso de la hormiga argentina este análisis está arrojando grandes sorpresas y quizá futuras soluciones.

Dentro del campo del control biológico o lucha biológica, se está investigando el empleo de fóridos (Díptera: Phoridae) como agentes reguladores de las poblaciones invasoras de hormiga argentina. Este hecho viene motivado por las observaciones

de ataques de estos dípteros a diferentes especies de *Linepithema* en Brasil, así como de experimentos donde se muestra que estas hormigas abandonan fuentes de comida en presencia de los fóridos, negándose a abandonar el nido y forrajear (Borgmeier 1938 y 1968 en Orr et al 2001).

Estos estudios, sin embargo, no han ofrecido resultados satisfactorios. En prospecciones realizadas en Brasil y Argentina sí se detectaron especies de fóridos que atacan a una especie muy similar de *Linepithema* (*L. piliferum*), pero que ha demostrado no ser efectiva en el caso de la hormiga invasora (Orr et al 2001). Búsquedas realizadas en la zona de donde provienen las invasiones (Rosario, Argentina) han ofrecido hasta el momento resultados negativos (Tsutsui et al 2001).

Otro camino que se está estudiando es el de la manipulación de los factores que condicionan la baja agresividad entre los nidos integrantes de las supercolonias. En este aspecto son muy interesantes las conclusiones de un estudio (Chen & Nonacs 2000), donde se mostraba que la agresividad entre los nidos, además de genéticamente, parece estar influenciada por condiciones ambientales. Manipulando estas condiciones de modo que se fomente la agresividad podría llegar a que las poblaciones de hormiga argentina redujesen significativamente su número (Chen & Nonacs 2000) Este estudio, sin embargo, ha sido puesto en entredicho, y la mayoría de los autores reconocen que la base genética es la clave de la baja competencia intraespecífica (Tsutsui et al 2001, Tsutsui & Case 2000, Giraud et al 2002).

Este camino genético es el que se está analizando más profundamente y se trata intentar “dinamitar” la base genética que subyace en el éxito de la hormiga argentina. Debe recalarse que ha sido probado que el grado de agresión intraespecífica y la similitud genética están correlacionados negativamente y que esta correlación es la misma tanto para las colonias nativas como para las introducidas (Tsutsui et al 2000).

La introducción de machos de diferentes poblaciones genéticamente diversas podría llegar a modificar sustancialmente la base genética de la falta de agresión entre nidos, reduciendo así su densidad de población (Suarez et al 1999).

5.4. Propuestas para las Baleares

El grado de desconocimiento actual de las poblaciones de las Islas Baleares no nos permite ofrecer alternativas definitivas de control sobre la especie. En los puntos siguientes resumimos nuestra visión de lo que debería ser un plan activo de control de la hormiga argentina en las Islas Baleares.

Con la mayor brevedad debería realizarse un mapa lo más detallado posible de las poblaciones de hormiga argentina, identificando su pertenencia a una u otra supercolonia y las afecciones posibles a zonas ecológicas de interés. Una vez obtenido este mapa deberían realizarse seguimientos periódicos (anuales o bianuales) en las fronteras de la distribución para conocer su variación a lo largo del tiempo y decidir la necesidad o no de aplicar medidas de control.

En paralelo deberían realizarse estudios de biología básica que analicen las implicaciones que supondrá la aparición de esta hormiga en los distintos ecosistemas. Ejemplos podrían ser la afección a plantas mirmecócoras, a las poblaciones de lagartijas endémicas, a la fauna de artrópodos en las reservas naturales o las poblaciones de procesionaria en los pinares infectados.

Como tercera vía de trabajo deberían fomentarse los estudios acerca de la viabilidad de introducción de nidos o machos no pertenecientes a la supercolonia residente en Baleares y analizar la influencia de estas introducciones en la genética, agresividad intracolonia, etc.

Los estudios más importantes y urgentes son los de afección a la fauna local de artrópodos en general, y en particular a las tres especies de hormigas descritas en el punto siguiente.

6. La fauna de formícidos de las Illes Balears. Situación de conservación

6.1. Listado de Formícidos de las Illes Balears

| <i>Especie</i> | <i>Mallorca</i> | <i>Menorca</i> | <i>Ibiza</i> | <i>Formentera</i> | <i>Cabrera</i> |
|--|-----------------|----------------|--------------|-------------------|----------------|
| Subfamilia Dolichoderinae | | | | | |
| <i>Linepithema humile</i> (Mayr 1868) | X | X | X | X | X |
| <i>Tapinoma erraticum</i> (Latreille 1798) | X | X | X | X | |
| <i>Tapinoma nigerrimum</i> (Nylander 1856) | X | X | X | X | |
| <i>Tapinoma simrothi</i> Krausse 1911 | X | | X | X | |
| Subfamilia Formicinae | | | | | |
| <i>Camponotus lateralis</i> (Olivier 1792) | X | X | X | | |
| <i>Camponotus sicheli</i> Mayr 1866 | X | X | X | X | |
| <i>Camponotus truncatus</i> (Spinola 1808) | X | X | X | | |
| <i>Lasius alienus</i> (Schenck 1852) (a confirmar) | X | X | X | X | X |
| <i>Lasius grandis</i> Forel 1909 | X | | | | |
| <i>Lasius lasioides</i> (Emery, 1869) | X | | | | |
| <i>Lasius niger</i> (Linnaeus 1758) (a confirmar) | X | X | X | | |
| <i>Lepisiota frauenfeldi</i> (Mayr 1885) | X | | | | |
| <i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille 1798) | X | X | | | |
| <i>Plagiolepis schmitzii</i> Forel 1895 | X | X | X | X | |
| <i>Plagiolepis xene</i> Stårcke 1936 | X | | | | |
| Subfamilia Myrmicinae | | | | | |
| <i>Aphaenogaster gemella</i> Roger 1862 | ¿? | ¿? | ¿? | | |
| <i>Aphaenogaster iberica</i> Emery 1908 | | | | X | |
| <i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr 1853 | X | X | | | |
| <i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille 1798) | X | X | | | |
| <i>Cardiocondyla batesii</i> Forel 1894 | X | | | | |
| <i>Crematogaster auberti</i> Emery 1869 | X | X | X | X | |
| <i>Crematogaster laestrygon</i> Emery 1869 | X | | | | |
| <i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier 1792) | X | X | X | X | X |
| <i>Crematogaster sordidula</i> (Nylander 1849) | X | | X | | |
| <i>Leptothorax algiricus</i> Forel 1894 | X ¹⁰ | | | | |
| <i>Leptothorax lichtensteini</i> Bondroit, | | | X | | |

¹⁰ Datos de los autores, en prensa

| | | | | | |
|--|-----------------|----|----|----|---|
| Leptothorax rabaudi Bondroit 1918 | X | | | | |
| Leptothorax recedens (Nylander 1856) | X | X | X | | |
| Leptothorax sp ¹¹ | X | | | | |
| Leptothorax specularis Emery 1916 | X | X | X | X | X |
| Messor bouvieri Bondroit 1918 | X | X | X | X | X |
| Messor capitatus (Latreille 1798) | X | | X | | |
| Messor structor (Latreille 1798) | X | X | X | | |
| Monomorium pharaonis (Linnaeus 1758) | | | X | | |
| Monomorium salomonis (Linnaeus 1758) | X | X | X | | |
| Monomorium subopacum (F. Smith 1858) | X | X | X | X | X |
| Myrmecina graminicola (Latreille 1802) | X | X | | | |
| Myrmica aloba Forel 1909 | ¿? | ¿? | ¿? | ¿? | |
| Pheidole pallidula (Nylander 1849) | X | X | X | | X |
| Pheidole teneriffana Forel, 1893 | X ¹² | | X | | |
| Pyramica baudueri (Emery 1875) | X | | | | |
| Solenopsis fairchildi Wheeler 1926 | X | X | | | |
| Solenopsis latro Forel 1894 | X | X | | | X |
| Tetramorium caespitum (Linnaeus 1758) | X | X | X | X | |
| Tetramorium meridionale Emery 1870 | X | X | X | | |
| Tetramorium hispanicum Emery 1909 | X | | | | |
| Tetramorium semilaeve André 1883 | X | X | X | X | X |
| Subfamilia Ponerinae | | | | | |
| Hypoponera eduardi (Forel 1894) | X | | X | | |
| Hypoponera punctatissima (Roger 1859) | X | | | | |
| Ponera coarctata (Latreille 1802) | X | X | X | | |

6.2. Hormigas amenazadas

En la actualidad basándonos en los diversos datos de distribución conocidos para las islas Baleares y nuestras propias recolecciones en el campo se pueden considerar en grave peligro las especies *Aphaenogaster gemella*, *Leptothorax* sp (antiguamente citada como *L. racovitza*) y *Myrmica aloba* ssp *albuferensis*.

¹¹ Nueva especie en análisis, citada anteriormente (Comín 1988) como *L. racovitza*

¹² Datos (en prensa) de los autores

6.2.1. *Aphaenogaster gemella*

Hormiga descrita originalmente con ejemplares de Mallorca (Roger 1826), y relativamente abundante en décadas anteriores. Citando literalmente de la tesis doctoral de Comín: “[...] especie que debió ser muy corriente en las Baleares durante las últimas décadas [...] pero que actualmente está a punto de desaparecer [...] actualmente se halla en franca retirada de las islas [...]” (Comín 1988)

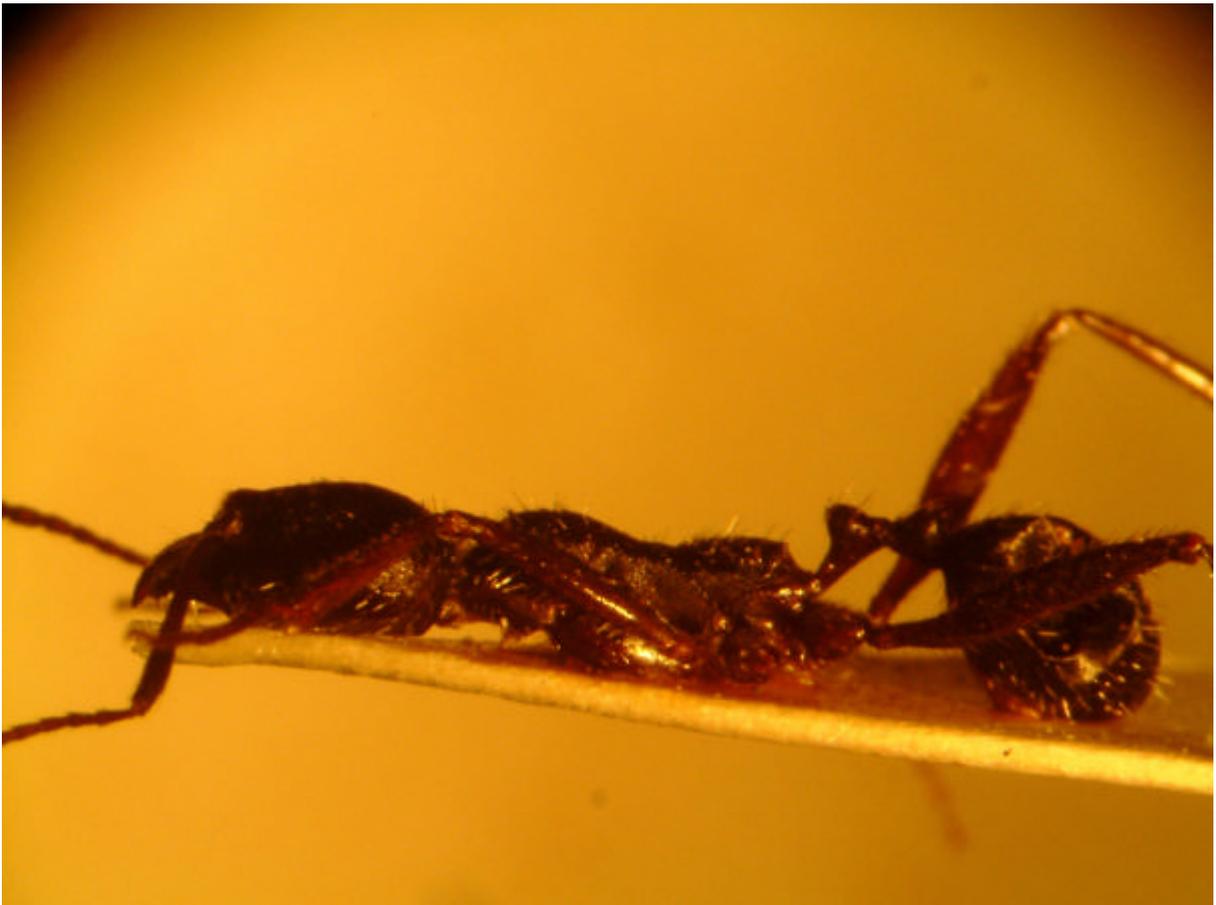


Ilustración 6.- *Aphaenogaster gemella*. Notar el escaso desarrollo de las espinas propodeales característico de esta especie y que la diferencia del resto de *Aphaenogaster* Baleares . Foto: X. Espadaler

Especie introducida de origen norteafricano (Cagniant et al. 1991), donde llega a ser muy abundante. Hace décadas fue citada de diversas localidades, entre ellas algunas zonas de Palma, Porto Pí y Loma de la Gaiga en Mallorca, el Puerto de Mahón en Menorca y el Puerto de Ibiza en Ibiza (Comín 1988). Sin embargo Comín del Río en sus intensivas recolecciones llevadas a cabo a finales de los 70 y década de los 80 sólo la encuentra en Inca.

La última recolección de esta hormiga la realizó Comín en dicha localidad en octubre del año 1983 en las calles y aceras “entre columnas de *Iridomyrmex humilis*¹³” (Comín 1988).

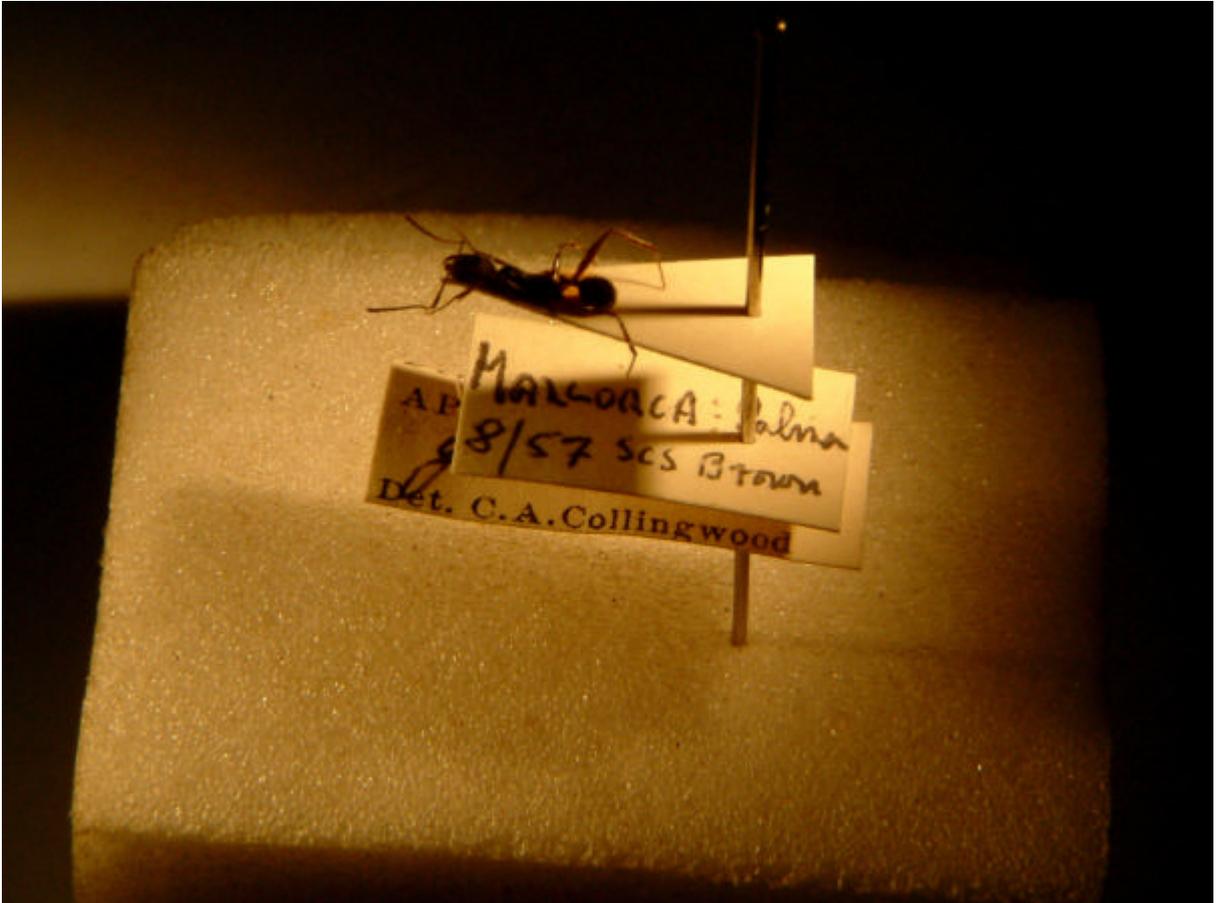


Ilustración 7.- *Aphaenogaster gemella* recogida en la isla de Palma de Mallorca perteneciente a la colección de X. Espadaler. Hacer notar los datos de recolección: “Mallorca, Palma, 8/1957, S.C.S. Brown”. Foto: X. Espadaler

Los muestreos realizados en Inca por los autores no han ofrecido resultados positivos, por lo que, probablemente, deba considerarse eliminada de la fauna de Mallorca, debiendo constatar su presencia en las islas de Ibiza y Menorca.

Los hábitos alimenticios de esta hormiga parecen ser un tanto peculiares dentro del género al ser considerada vegetariana (si bien con un régimen no demasiado estricto) (Bernard 1958), mientras que el género *Aphaenogaster* se caracteriza por

¹³ Nombre de la hormiga argentina hasta 1992

ser carroñera casi estricta. Estos hábitos alimenticios no la harían ser competidora directa de la hormiga argentina, si bien sus hábitos forrajeadores epigeos hacen que sí se vea afectada por la dominancia de la hormiga invasora.

6.2.2. *Myrmica aloba* ssp. *albuferensis*

Especie con una posición taxonómica controvertida. Fue descrita como una nueva especie por Lomnicki como *Myrmica albuferensis* (Lomnicki 1925). Posteriormente fue sinonimizada con *Myrmica rolandi* y *Myrmica scabrinodis* (detalles en Comín 1988).



Ilustración 8.- *Myrmica aloba* ssp. *albuferensis*. Foto: X. Espadaler

Ha sido citada de Mallorca, Menorca, Ibiza y Formentera. En la isla de Mallorca Comín la considera en regresión, ya que habiendo sido citada de zonas de encinar y zonas húmedas de la isla, él sólo la encuentra en S'Albufera de Alcudia. Literalmente "Parece como si se hubiera refugiado en este biotopo tan singular en las Baleares" (Comín 1988).

Acerca de su futuro, Comín se expresa así: “se halla en peligro de desaparecer. Ya no está en los encinares, ha desaparecido de Sa Porrassa y si la destrucción de las zonas húmedas y de las barras litorales continúa, sus días están contados” (Comín 1988).

En su tesis Comín la considera como “una variedad genética de *Myrmica aloba*, favorecida por el aislamiento geográfico insular” (Comín 1988), si bien considera que “nos hallamos ante una especie muy interesante y que requiere un estudio comparativo en profundidad. No descartamos en un futuro un estudio más exhaustivo” (Comín 1988).

En la misma tesis se comenta que se envían ejemplares para la revisión de las *Myrmica* paleárticas publicada en 1988. En esta revisión, Seifert ya trata de manera diferenciada las muestras de las Islas Baleares, comentando que él las engloba dentro de *M. aloba*, si bien con ciertas diferencias morfológicas que no justifican su diferenciación como especie nueva (detalles en Seifert 1988:30).

Los autores de este documento pretendíamos realizar un análisis de los machos de esta especie para zanjar la cuestión de su sinonimia con *Myrmica aloba*. Se han realizado búsquedas intensivas de esta hormiga en la zona de S'Albufera de Alcudia, con resultados negativos. En todas las visitas realizadas a la zona sólo se ha encontrado en la zona *Linepithema humile*, en una zona de donde se habían listado hasta 22 especies de hormigas (Conselleria de Medi Ambient 2002), si bien algunas especies son de costumbres hipogeas y de difícil localización.

Consideramos que dado el grado de infestación de la zona donde se había refugiado esta especie y lo infructuoso de las búsquedas realizadas, esta especie ya no se halla en la isla de Mallorca, debiendo realizarse nuevas (y urgentes) muestreos en las zonas húmedas de las islas de Ibiza y Menorca.

En caso de que estos muestreos den resultados positivos, deberían adoptarse medidas específicas de protección y conservación de los ecosistemas en los que esté presente, así como un plan activo de erradicación de la hormiga argentina en dichas zonas. En paralelo, debería analizarse el estatus de la especie mediante

análisis morfológicos de los machos y análisis genéticos entre diferentes poblaciones de *Myrmica aloba* y la ssp. *albuferensis*.

6.2.3. *Pheidole megacephala*

En la isla de Mallorca se citó a *Pheidole megacephala* a principios de siglo (Saunders 1904) si bien Comín pasa estas citas a *Pheidole pallidula*, común en la isla al considerarlas una mala identificación (Comín 1988). Otra opción posible sería la eliminación de esta hormiga por parte de la hormiga argentina, si bien no disponemos de más datos que sustenten esta hipótesis.

6.2.4. *Leptothorax* sp

En las Islas Baleares se han citado cinco especies de *Leptothorax* (Comín 1988, Comín & Espadaler 1984), de las cuales el estatus de dos de ellas está en revisión por parte de los autores.

De estas dos especies, en la tesis de Comín de 1988 se cita por primera vez a *Leptothorax racovitzai* Bondroit 1918. Su distribución se halla restringida a los pinares del Salobrar de Campos y es de esperar su presencia en los pinares de Es Trenc, si bien todavía no ha sido encontrada por nosotros en esta zona.

Análisis morfológicos preliminares nos hacen pensar que se trata en realidad de una nueva especie, la primera endémica para la Isla de Mallorca en particular y para las Islas Baleares en general. Parece ser una especie relativamente abundante, que vive bajo la corteza de los pinos (obs. pers.) o bajo costras arenosas con musgos bajo matas de lentisco (Comín 1988).

En las zonas de pinar donde se halla esta interesante especie se ha encontrado hormiga argentina en cantidades considerables. La hormiga argentina no había sido citada de la zona por Comín en los años 80 y su distribución, todavía no generalizada en la zona, parece indicar que su presencia es reciente y está en fase de expansión.

Consideramos que la futura conservación de esta especie pasa por un estudio

detallado de las distribuciones de ambas especies así como estudios etológicos y ecológicos para analizar su mutua influencia.

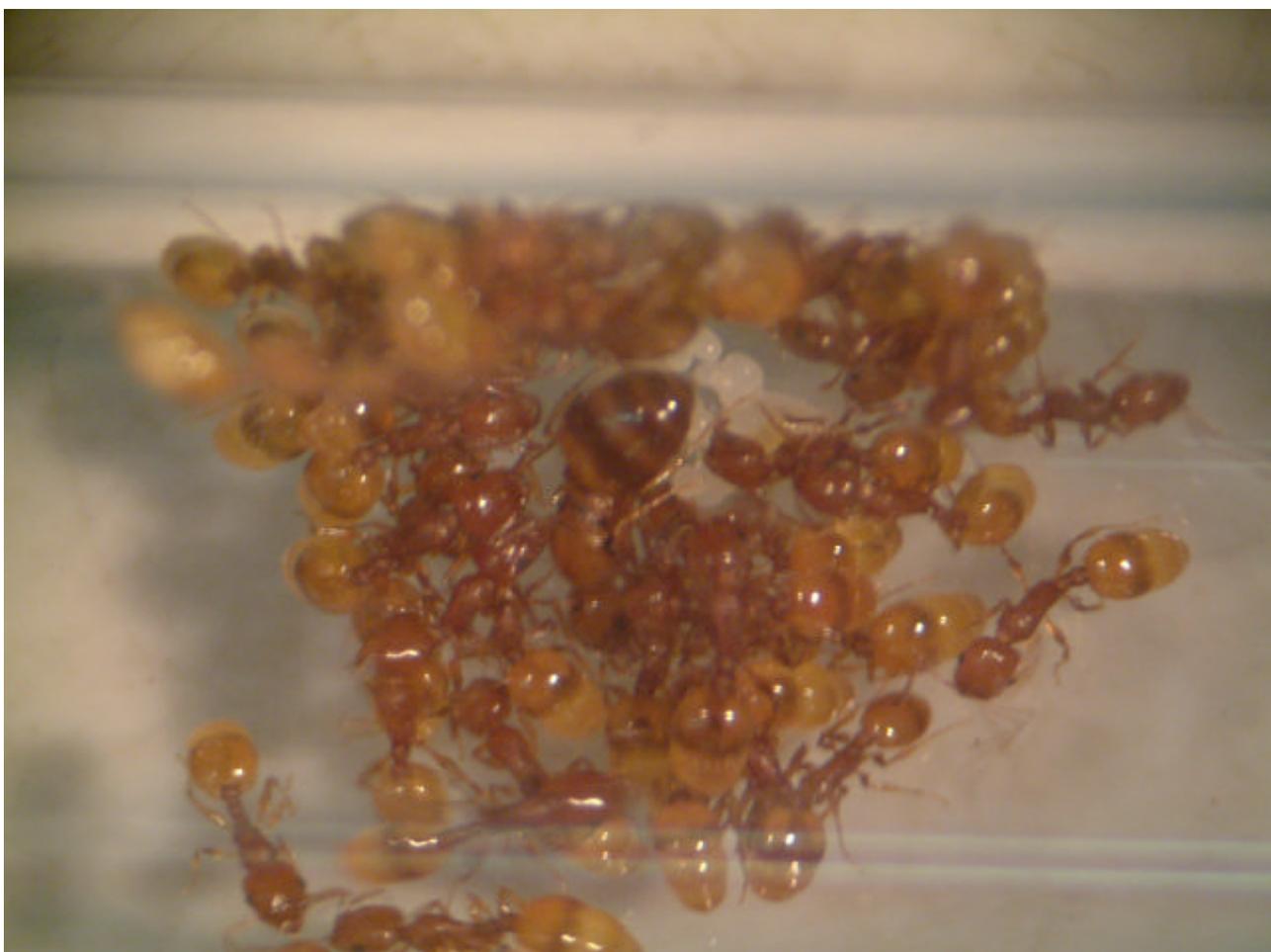


Figura 9.- *Leptothorax* sp. Nido en cautividad donde se aprecia la reina en el centro de la imagen con el gastro rayado, protegiendo las larvas. Foto: X. Espadaler

Nuestra opinión preliminar es que ambas especies se interfieren al ser el género *Leptothorax* normalmente de costumbres epigeas y que el futuro de la especie en las islas pasa por el control de la hormiga argentina en la zona.

7. Bibliografía consultada

Agosti, D., Ed. (2000). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Biological diversity handbook series. Washington, D.C. 280 p., Smithsonian Institution Press.

Aron, S.; Passera, L.; Keller, L. (1994). Queen-worker conflict over sex ratio: a comparison of primary and secondary sex ratios in the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis*. *Journal of Evolutionary Biology*, 7: 403-418

Aron, S.; Keller, L.; Passera, L. (2001). Role of resource availability on sex, caste and reproductive allocation ratios in the Argentine ant *Linepithema humile*. *Journal of Animal Ecology*, 70: 831-839

Baker, T. C., Van Vorhis Key, S. E.; Gaston, L. K. (1985) Bait preference tests for the Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae). *J. Econ. Entomol.* 78: 1083-1088

Barbadillo L. J.; Lacomba, J. I.; Pérez Mellado, V.; Sancho, V.; López Jurado, L. F. (1999) *Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica, Baleares y Canarias*. Editorial Geo Planeta. 419 pp.

Barber, E. R. (1916). *The Argentine ant: distribution and control in the United States*, United States Department of Agriculture Bulletin no. 377 23 p.

Barquín, J. (1981). *Las hormigas de Canarias. Taxonomía, ecología y distribución de los Formicidae*. Secretariado de publicaciones de la Universidad de La Laguna, Colección Monografías N° 3: 584 pp.

Bayliss, J.; Fielding, A. (2002). Termitophagous foraging by *Pachycondyla analis* (Formicidae: Ponerinae) in a Tanzanian coastal dry forest. *Sociobiology*, 39 (1): 103-122

Benois, A. (1973). Incidence des facteurs écologiques sur le cycle annuel et l'activité aisonnière de la fourmi d'Argentine, *Iridomyrmex humilis* Mayr (Hymenoptera,

Formicidae), dans la region d'Antibes. *Insectes Sociaux* 20: 267-295

Bernard, F. (1956). Remarques sur le peuplement des Baléares en fourmis. *Bulletin de la Société d' Histoire naturelle de l' Afrique du Nord*, 47: 254-266

Bernard, F. (1959 ("1958")). Résultats de la concurrence naturelle chez les fourmis terricoles de France et d'Afrique du Nord: évaluation numérique des sociétés dominantes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 49: 302-356

Bernard, F. (1983). *Les Fourmis et leur milieu en France Méiterranéenne*. Éditions Lechevalier S.A.R.L., *Encyclopédie Entomologique-XLV*: 149 pp

Bernays, E. A.; Cornelius, M. L. (1989). Generalist caterpillar prey are more palatable than specialists for the generalist predator *Iridomyrmex humilis*. *Oecologia* (Berlin), 79: 427-430

Bolger, D. T.; Suarez, A. V; Crooks, K. R.; Morrison, S. A.; Case, T. J. (2000). Arthropods in urban habitat fragments in Southern California: Area, age and edge effects. *Ecological Applications*, 10 (4): 1230-1248

Bolton, B. (2000). "The ant tribe Dacetini." *Memoirs of the American Entomological Institute* **65**: 1-1028

Bond, W.; Slingsby, P. (1984). Collapse of an ant-plant mutualism: the Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorous Proteaceae. *Ecology*, 65: 1031-1037

Borgmeier, T. (1938). Phorideos parasitas da formiga argentina (Dipt. Phoridae). *Revista de Entomologia* (Rio de Janeiro), 9: 260-262

Borgmeier, T. (1968). A catalogue of the Phoridae of the world (Diptera, Phoridae). *Studia Entomologica* 11: 1-367

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

Buys, B. (1990). Relationships between argentine ants and honeybees in South Africa. Applied myrmecology, a world perspective. R. K. Vander Meer, K. Jaffe and A. Cedeno. Boulder, CO. 741 p., Westview Press: 519-524.

Cagniant, H., Espadaler, X.; Colombel, P. (1991). Biométrie et répartition de quelques populations d'*Aphaenogaster* (suprasp.) *senilis* (Hymenopteres Formicidae) du Bassin Méditerranéen Occidental et du Maroc. Vie Milieu, 41: 61-71.

Cammell, M. E.; Way, M. J.; Paiva, M. R. (1996). Diversity and structure of ant communities associated with oak, pine, eucalyptus and arable habitats in Portugal. Insectes Sociaux, 43: 37-46

Carpintero, S.; Reyes-López, J.; Arias de Reyna, L. (2003). Impact of human dwellings on the distribution of the exotic Argentine ant: a case study in the Doñana National Park, Spain. Biological Conservation, 115: 279-289

Chen, J. S. C.; Nonacs, P. (2000). Nestmate recognition and intraspecific aggression based on environmental cues in Argentine ants (Hymenoptera: Formicidae). Annals of the Entomological Society of America, 93: 1333-1337

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

Comín del Río, P.; de Haro, A. (1980). Datos iniciales para un estudio ecológico de las hormigas de Menorca. Bolletí de la Societat d'Historia Natural de les Balears 24: 23-48

Comín del Río, P.; Espadaler, X. (1984). Ants of the Pityusic Islands. Biogeography and ecology of the Pityusic Islands, Kuhbier, H., Alcover, J. A. & Guerau d'Arellano (eds.): 287-301

Comín del Río, P. (1988). Estudio de los formícidos de Baleares: Contribución al estudio taxonómico, geográfico y biológico. Ph. D. Thesis, Universidad de las Islas Baleares, Palma de Mallorca: 1-457

Conselleria de Medi Ambient. (2002). Catàleg de Biodiversitat del Parc Natural de S'Albufera de Mallorca. Conselleria de Medi Ambient. Direcció General de Biodiversitat.

De Haro, A.; Collingwood, C.A.; Comín, P. (1986). Prospección mirmecológica por Ibiza y Formentera (Balears). Orsis 2: 115-120

De Kock; A. E.; Giliomee, J. H. (1989). A survey of the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Mayr), (Hymenoptera: Formicidae) in South African fynbos. Journal of the Entomological Society of Southern Africa, 52: 157-164

De Kock; A. E.; J. H. Giliomee, K. L. Pringle, J. D. Majer (1992). The influence of fire, vegetation age and Argentine ants (*Iridomyrmex humilis*) on ant communities in Swartboskloof. En: Fire in South African fynbos: ecosystem, community, and species response at Swartboskloof. B. W. van Wilgen, D. M. Richardson, F. J. Kruger and H. J. van Hensbergen. Berlin. xxi + 325 p., Springer-Verlag: 203-215

Donnelly, D.; Giliomee, J. H. (1985). Community structure of epigaeic ants (Hymenoptera: Formicidae) in fynbos vegetation in the Jonkershoek Valley. Journal of the Entomological Society of Southern Africa **48**: 247-257.

Dreistadt, S. H.; Hagen, K. S.; Dahlsten, D. L. (1986). Predation by *Iridomyrmex humilis* [Hym.: Formicidae] on eggs of *Chrysoperla carnea* [Neu.: Chrysopidae] released for inundative control of *Illinoia liriodendri* [Hom.: Aphididae] infesting *Liriodendron tulipifera*. Entomophaga, 31: 397-400

Elton, C. (1958). The ecology of invasions by animals and plants. Methuen. London

Erickson, J. M. (1971 (1972)). The displacement of native ant species by the introduced Argentine ant *Iridomyrmex humilis* Mayr. Psyche (Cambridge), 78: 257-266

Espadaler, X.; Gómez. (2003). The argentine ant, *Linepithema humile*, in the Iberian Peninsula. Sociobiology, 42 (1): 187-192

Espadaler, X., López-Soria, L. (1991). Rariness of certain Mediterranean ant species: fact or artifact? *Insect. Soc.* 38: 365-377.

Fellers, J.H. (1987). Interference and exploitation in a guild of woodland ants." *Ecology* 68: 1466-1478.

Gambino, P. (1990). Argentine ant *Iridomyrmex humilis* (Hymenoptera: Formicidae) predation on yellowjackets (Hymenoptera: Vespidae) in California. *Sociobiology* 17: 287-298

Giraud, T.; Pedersen, J. S.; Keller, L. (2002). Evolution of supercolonies: The Argentine ants of southern Europe. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 99: 6075-6079

Gómez, C., Oliveras, J. 2003. Can the Argentine ant (*Linepithema humile* Mayr) replace native ants in myrmecochory? *Acta Oecologica* 24: 47-53.

Gordon, D. M.; Moses, L.; Falkovitz-Halpern, M.; Wong, E. H. (2001). Effect of weather on infestation of buildings by the invasive Argentine ant, *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae). *American Midland Naturalist* 146: 321-328

Haney, P. (1984). A different approach to the Argentine ant problem. *Citrograph* 69(6): 140-146

Haney, P. B.; Luck, R. F.; Moreno, D. S. (1987). Increases in densities of the citrus red mite, *Panonychus citri* [Acarina: Tetranychidae], in association with the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* [Hymenoptera: Formicidae], in southern California citrus. *Entomophaga*, 32: 49-57

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 pp

Haskins, C. P.; Haskins, E. F. (1965). *Pheidole megacephala* and *Iridomyrmex humilis* in Bermuda--equilibrium or slow replacement?. *Ecology*, 46: 736-740

Haskins, C. P.; Haskins, E. F. (1988). Final observations on *Pheidole megacephala* and *Iridomyrmex humilis* in Bermuda. *Psyche* (Cambridge), 95: 177-184

Hee, J. J.; Holway, D. A.; Suarez, A. V.; Case, T. J. (2000). Role of propagule size in the success of incipient colonies of the invasive Argentine ant. *Conservation Biology* 14: 559-563

Hobbs, R. J. (1989). The nature and effects of disturbance relative to invasions. En Drake et al (eds) *Biological invasions: a global perspective*. Wiley, Chichester, pp 389-405

Hölldobler, Bert; Wilson, E.O. (1990). *The Ants*. Belknap - Harvard, 732 pp

Holway, D. A. (1995). Distribution of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in northern California. *Conservation Biology*, 9: 1634-1637

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

Holway, D. A. (1998b). Effect of Argentine ant invasions on ground-dwelling arthropods in northern California riparian woodlands. *Oecologia* (Berlin) 116: 252-258

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

Holway, D.; Case, T. (2000). Mechanisms of dispersed central-place foraging in polydomous colonies of the Argentine ant. *Animal Behaviour*, 59: 433-441

Holway, D.A., Suarez, A.V. & Case, T.J. (1998). Loss of intraspecific aggression in the success of a widespread invasive social insect. *Science* 282: 949-952.

Holway, D. A.; Suarez, A. V.; Case, T. J. (2002). Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: A test with Argentine ants. *Ecology*, 83 (6): 1610–1619

Human, K. G.; Gordon, D. M. (1996). Exploitation and interference competition

between the invasive Argentine ant, *Linepithema humile*, and native ant species. *Oecologia* (Berlin), 105: 405-412

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

Human, K. G.; Gordon, D. M. (1999). Behavioral interactions of the invasive Argentine ant with native ant species. *Insectes Sociaux*, 46: 159-163

Human, K. G.; Weiss, S.; Weiss, A.; Sandler, B.; Gordon, D. M. (1998). Effects of abiotic factors on the distribution and activity of the invasive Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) and native ant species. *Environmental Entomology* 27: 822-833

Huxel, G. R. (2000). The effect of the Argentine ant on the threatened valley elderberry longhorn beetle. *Biological Invasions* 2: 81-85

Ipinza Regla, J.; Figueroa, G.; Osorio, J. (1981). *Iridomyrmex humilis* 'hormiga argentina', como vector de infecciones intrahospitalarias. I. Estudio bacteriologico. *Folia Entomológica Mexicana*, 50: 81-96

Ipinza Regla, J.; Figueroa, G.; Moreno, I. (1984). *Iridomyrmex humilis* (Formicidae) y su papel como posible vector de contaminacion microbiana en industrias de alimentos. *Folia Entomológica Mexicana*, 62: 111-124

Keller, L., Passera, L. (1989). Size and fat content of gynes in relation to the mode of colony founding in ants (Hymenoptera; Formicidae). *Oecologia* (Berl.), 80: 236-240

Keller, L.; Passera, L. (1989). Influence of the number of queens on nestmate recognition and attractiveness of queens to workers in the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Animal Behaviour*, 37: 733-740

Keller, L.; Passera, L. (1992). Mating system, optimal number of matings, and sperm transfer in the Argentine ant *Iridomyrmex humilis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 31: 359-366

Keller, L.; Passera, L. (1993). Incest avoidance, fluctuating asymmetry, and the consequences of inbreeding in *Iridomyrmex humilis*, an ant with multiple queen colonies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 33: 191-199

Keller, L.; Passera, L.; Suzzoni, J. P. (1989). Queen execution in the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis*. *Physiological Entomology* 14: 157-163

Kennedy, T. A. (1998). Patterns of an invasion by Argentine ants (*Linepithema humile*) in a riparian corridor and its effects on ant diversity. *American Midland Naturalist* 140: 343-350

Kipyatkov, V. E.; Lopatina, E. B. (1997). Seasonal cycle and winter diapause induction in ants of the genus *Myrmica* in the Polar Circle region. *Proc. Int. Coll. Social Insects*, St. Petersburg, 3-4: 277-286

Koptur, S. (1979). Facultative mutualism between weedy vetches *Vicia* spp. bearing extrafloral nectaries and weedy ants *Iridomyrmex humilis* in California. *American Journal of Botany*, 66: 1016-1020

Krieger, M. J. B.; Keller, L. (1999). Low polymorphism at 19 microsatellite loci in a French population of Argentine ants (*Linepithema humile*). *Molecular Ecology*, 8: 1078-1080

Krieger, M. J. B.; Keller, L. (2000). Mating frequency and genetic structure of the Argentine ant *Linepithema humile*. *Molecular Ecology*, 9: 119-126

Krushelnycky, P. D.; Hodges, C. S. N.; Medeiros, A.C.; Loope, L.L. (2001). Interaction between the Hawaiian Dark-rumped petrel and the Argentine ant in Haleakala National Park, Maui, Hawaii. *Studies in Avian Biology* 22: 243-246.

Krushelnycky, P.; Joe, S. (1997). HNIS report for *Linepithema humile*. Hawaiian Ecosystems at Risk Project, HNIS: 1-8

Lieberburg, I.; Kranz, P. M.; Seip, A. (1975). Bermudian ants revisited: the status and interaction of *Pheidole megacephala* and *Iridomyrmex humilis*. *Ecology*, 56: 473-478

Lomnicki, J. (1925). Une contribution à la connaissance de la faune des fourmis des îles Baléares. *Polskie Pismo Entomologiczne - Bulletin Entomologique de Pologne*, 4: 1-3

Luque García, G.; Reyes López, J. L.; Fernández Haeger, J. (2002). Estudio faunístico de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la cuenca del río Guadamar: Primeras aportaciones. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 30: 153-159

Majer, J. D. (1994). Spread of Argentine Ants (*Linepithema humile*), with Special Reference to Western Australia. *Exotic ants: Biology, impact, and control of introduced species*. D. F. Williams. Boulder, CO. 332 p., Westview Press: 163-173

Markin, G. P. (1968). Nest relationship of the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 41: 511-516

Markin, G. P. (1970). The seasonal life cycle of the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Hymenoptera: Formicidae), in southern California. *Annals of the Entomological Society of America*, 63: 1238-1242

Martínez, M. D. (1987). Las hormigas de la Sierra de Guadarrama. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 11: 385-394

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 (3-4): 275-276

Meissner, H. E.; Silverman, J. (2001). Effects of aromatic cedar mulch on the Argentine ant and the odorous house ant. *Journal of Economic Entomology*, 94 (6): 1526-1531

Miyake, K. S.; Kameyama, T.; Sugiyama, T.; Ito, F. (2002). Effect of Argentine ant invasions on Japanese ant fauna in Hiroshima Prefecture, western Japan: a preliminary report (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 39: 465-474

Newell, W.; Barber, T. C. (1913). The Argentine Ant. USDA Bureau Entomol. Bull. 122: 1-98

Orr, M. R.; Seike, S. H.; Benson, W. W.; Dahlsten, D. L. (2001). Host specificity of *Pseudacteon* (Diptera: Phoridae) parasitoids that attack *Linepithema* (Hymenoptera: Formicidae) in South America. *Environmental Entomology*, 30: 742-747

Paiva, M. R.; Way, M. J.; Cammell, M. E. (1990). Estudo preliminar sobre a distribuição das formigas nos sistemas florestais em Portugal. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais*, 119: 197-205

Paiva, M. R., Way, M. J., Cammel, M. (1998). A Formiga Argentina *Linepithema* (*Iridomyrmex* (sic!)) *humile* (Mayr) - factores ecológicos restritivos da sua expansão em Portugal Continental. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia*, 185: 17-25

Passera, L. (1994). Characteristics of tramp species. *Exotic ants: Biology, impact, and control of introduced species*, D. F. Williams. Boulder, CO. 332 p., Westview Press: 23-43

Passera, L.; Keller, L. (1992). The period of sexual maturation and the age at mating in *Iridomyrmex humilis*, an ant with intranidal mating. *Journal of Zoology (London)* 228: 141-153

Passera, L.; Keller, L. (1994). Mate availability and male dispersal in the Argentine ant *Linepithema humile* (Mayr) (= *Iridomyrmex humilis*). *Animal Behaviour*, 48: 361-369

Reuter, M., Balloux, F.; Lehmann, L.; Keller, L. (2001). Kin structure and queen execution in the Argentine ant *Linepithema humile*. *Journal of Evolutionary Biology* 14: 954-958

Roger, J. (1862). Beiträge zur Kenntniss der Ameisenfauna der Mittelmeerländer. II. *Berliner Entomologische Zeitschrift*, 6: 255-262

Rust, M. K.; Haagsma, K.; Reiersen, D. A. (1996). Barrier sprays to control Argentine ants (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology*, 89: 134-137

Salvador, A. (Coordinador), diversos autores. (1998) *Fauna Ibérica Vol 10: Reptiles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 705 pp.

Sanders, N. J.; Barton, K. E.; Gordon, D. M. (2001). Long-term dynamics of the distribution of the invasive Argentine ant, *Linepithema humile*, and native ant taxa in northern California. *Oecologia* 127: 123-130

Sanders, N. J.; Gotelli, N. J.; Heller, N. E.; Gordon, D. M. (2003). Community disassembly by an invasive species. *Ecology*, vol. 100, nº 5: 2474-2477

Saunders, E. (1904). Hymenoptera aculeata from Majorca and Spain. I Majorca. *Transactions of the Entomological Society of London*, 597-598

Seifert, B. (1988). A taxonomic revision of the *Myrmica* species of Europe, Asia Minor, and Caucasia. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Goerlitz*, 62(3): 1-75

Silva Dias, J. C. (1955) *Biología e ecologia da formiga argentina (Iridomyrmex humilis Mayr)- Notas para o seu estudo em Portugal*. Separata do Boletim da Junta Nacional das Frutas (Lisboa) 117 pp.

Silverman, J.; Nsimba, B. (2000). Soil-free collection of Argentine ants (Hymenoptera: Formicidae) based on food-directed brood and queen movement. *Florida Entomologist*, 83: 10-16

Silverman, J.; Roulston, T. H. (2001). Acceptance and intake of gel and liquid sucrose compositions by the Argentine ant. *Journal of Economics Entomology*, 94 (2): 511-515

Shorey, H. H.; Gaston, L. K.; Gerber, R. G.; Phillips, P. A.; Wood, D. L. (1992). Disruption of foraging by Argentine ants, *Iridomyrmex humilis* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae), in citrus trees through the use of semiochemicals and related chemicals.

Journal of Chemical Ecology 18: 2131-2142

Stoll, O. (1898). Zur Kenntniss der geographischen Verbreitung der Ameisen. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gessellschaft or Bulletin de la Societe Entomologique Suisse, 10: 120-126

Suarez, A. V.; Bolger, D. T.; Case, J. T. (1998). Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal southern California. Ecology 79: 2041-2056.

Suarez, A. V.; Tsutsui, N. D.; Holway, D. A.; Case, T. J. (1999). Behavioral and genetic differentiation between native and introduced populations of the Argentine ant. Biological Invasions 1: 43-53

Suarez, 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

Suarez, A. V.; Holway, D. A.; Case, T. J. (2001). Patterns of spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: insights from Argentine ants. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 98: 1095-1100

Suarez, A. V.; Case, T. J. (2002). Bottom-up effects on persistence of a specialist predator: ant invasions and horned lizards. Ecological Applications 12 (1): 291-298

Swoboda, L.; Miller, D. (2003). Argentine Ant. Virginia Cooperative Extension: Entomology, Publication 445-285: 1-2

Tremper, B. S. (1976). Distribution of the argentine ant, *Iridomyrmex humilis* Mayr, in relation to certain native ants of California: Ecological, physiological, and behavioral aspects, Ph.D. dissert., University of California at Berkley 268 p. (No leído, ref en ward82)

Tsutsui, N. D.; Suarez, A. V.; Holway, D. A.; Case, T. J. (2000). Reduced genetic variation and the success of an invasive species. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A., 97:

5948-5953

Tsutsui, N. D.; Case, T. J. (2001). Population genetics and colony structure of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in its native and introduced ranges. *Evolution*, 55: 976-985

Tsutsui, N. D.; Suarez, A. V.; Holway, D. A.; Case, T. J. (2001). Relationships among native and introduced populations of the Argentine ant (*Linepithema humile*) and the source of introduced populations. *Molecular Ecology* 10: 2151-2161

Van Schagen, J. J., Davis, P. R.; Widmer, M. A. (1994). Ant Pests of Western Australia with Particular Reference to the Argentine Ant (*Linepithema humile*). *Exotic ants: Biology, impact, and control of introduced species*. D. F. Williams. Boulder, CO. 332 p., Westview Press: 174-180.

Vargo, E. L.; Passera, L. (1991). Pheromonal and behavioral queen control over the production of gynes in the Argentine ant *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 28: 161-169

Vargo, E. L.; Passera, L. (1992). Gyne development in the Argentine ant *Iridomyrmex humilis*: role of overwintering and queen control. *Physiological Entomology* 17: 193-201

Ward, P. S. (1987). Distribution of the introduced Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) in natural habitats of the lower Sacramento Valley and its effects on the indigenous ant fauna. *Hilgardia* 55 (2): 1-16

Way, M. J.; Cammell, M. E.; Paiva, M. R. (1992) Studies on egg predation by ants (Hymenoptera: Formicidae) especially on the eucalyptus borer *Phoracanta semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae) in Portugal. *Bulletin of Entomological Research* 82: 425-432

Way, M. J.; Cammel, M. E.; Paiva, M. R.; Collingwood, C. A. (1997). Distribution and dynamics of the Argentine ant *Linepithema (Iridomyrmex) humile* (Mayr) in relation to vegetation, soil conditions, topography and native competitor ants in Portugal.

Insectes Sociaux, 44: 415-433

Way, M. J.; Paiva, M. R.; Cammell, M. E. (1999). Natural biological control of the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) by the Argentine ant *Linepithema humile* (Mayr) in Portugal. *Agricultural & Forest Entomology* 1: 27-31

Wheeler, W. M. (1926). Ants of the Balearic Islands. *Folia Myrmecologica et Termitologica* 1: 1-6

Wilson, E. O. (1951). Variation and adaptation in the imported fire ant. *Evolution*, 5: 68-79

Wilson, E. O. (1971). *The insect societies*. Cambridge, Mass: Harvard University Press, USA

Wilson, E. O. (2003). *Pheidole* in the New World. Harvard University Press, Cambridge. 794 pp.

Wong, T. T. Y.; McInnis, D. O.; Nishimoto, J. I.; Ota, A. K.; Chang, V. C. S. (1984). Predation of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) by the Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, 77: 1454-1458

Zimmerman; E. C. (1941). Argentine ant in Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 11: 108