



**DISTRIBUCIÓN Y GRADO DE INVASIÓN DE LA HORMIGA ARGENTINA
(*Linepithema humile* Mayr) EN EL PARQUE NATURAL DE S'ALBUFERA DES GRAU
(MENORCA)**

Sílvia Abril y Crisanto Gómez

**Grupo de Investigación PECAT (Pertorbacions Ecològiques i Comunitats Animals Terrestres)
Universitat de Girona**

silvia.abril@udg.edu



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 La hormiga argentina	5
1.2 Parque Natural de s'Albufera des Grau y zonas naturales de la isla de Menorca	7
1.3 Antecedentes de la invasión en el Parque Natural de s'Albufera des Grau	8
2. MATERIAL Y MÉTODOS	9
2.1 Distribución de la invasión en el Parque Natural de s'Albufera des Grau	9
2.2 Grado de invasión de la hormiga argentina	11
2.3 Muestreo de la invasión de hormiga argentina a lo largo de la isla	12
3. RESULTADOS	12
3.1 Distribución de la invasión en el Parque Natural de s'Albufera des Grau	12
3.2 Grado de invasión de la hormiga argentina	18
3.3 Muestreo de la invasión de hormiga argentina a lo largo de la isla	20
4. DISCUSIÓN	24
5. CONCLUSIONES GENERALES	29
BIBLIOGRAFÍA	31
APÉNDICE I	36

1. INTRODUCCIÓN

Las hormigas son uno de los grupos animales más abundantes y diversos de todo el reino animal. En conjunto se estima que entre un 10 y un 15 por ciento del total de la biomasa animal del planeta son hormigas (Hölldobler & Wilson, 1990). Su papel ecológico en los ecosistemas terrestres es clave, ya que actúan como depredadoras, carroñeras, detritívoras, y granívoras (Hölldobler & Wilson, 1990). También funcionan como especies clave de distintos procesos ecológicos como la dispersión de semillas o la polinización. Además, también funcionan como importantes agentes en la redistribución de nutrientes y renovación y aireación del suelo (Hölldobler & Wilson, 1990).

La introducción accidental de hormigas mediante el comercio humano en zonas donde dichas especies no se hallan presentes, puede motivar la aparición de invasiones biológicas en especies fuertemente adaptables. Sería el caso de la hormiga argentina (*Linepithema humile*, Mayr), considerada por la ISSG (Invasive Species Specialist Group, www.issg.org/database/welcome) una de las 100 peores especies invasoras del mundo.

1. 1 La hormiga argentina

La hormiga argentina (Figura 1) es originaria de América del Sur (Tsutsui et al. 2001). Con la ayuda del ser humano ha conseguido invadir ecosistemas mediterráneos y subtropicales de todo el mundo (Passera 1994; Suarez et al. 1998, 2001; Roura-Pascual et al. 2004).



Figura 1. Hormiga argentina (*Linepithema humile* Mayr). Foto: David Estany.

Posee unas características biológicas clave que determinan su éxito como especie invasora en las áreas que coloniza. Una de estas características es la unicolonialidad, es decir, la ausencia de un comportamiento agresivo entre individuos de diferentes nidos (Passera 1994; Holway et al.

2002a). Esta característica le permite alcanzar una elevada densidad de individuos en las zonas invadidas, lo que la lleva a convertirse en una especie dominante capaz de monopolizar hábitats enteros mediante la formación de las llamadas “supercolonias”. En algunos casos, como en la zona oeste de Estados Unidos o de Europa, estas supercolonias llegan a abarcar miles de kilómetros de extensión (Tsutsui et al. 2000; Giraud et al. 2002), en las cuales los individuos que forman parte de dichas estructuras se reconocen como miembros de la misma colonia y no se agreden entre ellos a pesar de hallarse físicamente alejados por una distancia tan exageradamente grande. La existencia de estas supercolonias es una evidencia inequívoca de la amenaza potencial de esta especie en las áreas invadidas. Otras características clave que potencian la capacidad invasora de la hormiga argentina son: su régimen alimentario omnívoro (Markin 1970), la presencia de más de una reina dentro del nido (poliginia) (Passera 1994; Holway et al. 2002a) (lo que le permite mantener una aportación constante y elevada de individuos en la colonia), y también la falta de vuelo nupcial (la cópula de los sexados se realiza en el interior del nido) (Passera 1994) lo cual le permite asegurar la máxima supervivencia de las reinas y, por tanto, la máxima productividad de la colonia. Estas características, junto con la falta de competidores naturales, depredadores y parásitos en las áreas introducidas (Holway et al. 2002a), el hecho que pequeños propágulos de la especie sean capaces de fundar una nueva colonia (Hee et al. 2000) y la tolerancia de la especie a un amplio rango de condiciones ambientales (Holway et al. 2002b), son las principales causas de la dominancia de esta especie respecto a las especies de hormigas nativas. La característica más importante en referencia a su potencial invasor a escala global es su predilección por zonas estrechamente relacionadas con el ser humano, como cultivos, zonas urbanas o vertederos (Passera 1994). Esta “relación” la provee del transporte necesario para dispersarse alrededor del mundo mediante la dispersión accidental por humanos (Suarez et al. 2001). Esta dispersión se da principalmente a través de hábitats humanizados y alterados (Suarez et al. 1998), los cuales funcionan como foco de invasión hacia zonas naturales (Cole et al. 1992; Human & Gordon 1996; Holway 1998; Carpintero et al. 2005; Gómez et al. 2003).

Su efecto ecológico en zonas naturales invadidas ha sido profundamente estudiado en todo el mundo. El efecto más inmediato y evidente es el desplazamiento de casi todas las especies de hormigas nativas presentes en las áreas afectadas (Donnelly & Giliomee 1985; Ward 1987; Majer 1994; Cammell et al. 1996; Human & Gordon 1996, 1997, 1999; Way et al. 1997; Suarez et al. 1998; Holway 1999; Gómez et al. 2003). Parece ser que dicho desplazamiento viene motivado por la superioridad numérica de la hormiga argentina respecto al resto de especies de hormigas nativas, lo que le permite encontrar el recurso y monopolizarlo mucho más rápidamente (Human & Gordon 1996; Oliveras et al. 2005) y, por tanto, desplazar a las hormigas nativas a través de la competencia por explotación e interferencia (Hölldobler & Wilson 1990). Además de afectar a la mirmecofauna local, la hormiga argentina también está implicada en la disminución de la diversidad y abundancia de otros invertebrados, depredando huevos, larvas y algunas formas adultas de artrópodos, además de constituirse como un competidor fuerte en algunos de ellos (Cole et al. 1992; Human & Gordon 1997; Bolger et al. 2000; Huxel 2000).

El efecto de la hormiga argentina sobre los ecosistemas naturales es devastador, no sólo porque provoca una elevada reducción de la biodiversidad de la zona, sino también porque al desplazar hormigas y artrópodos clave del ecosistema también puede llegar a afectar procesos ecológicos fundamentales como la polinización (Visser et al. 1996) o la dispersión de semillas (Bond & Slingsby 1984; Gómez & Oliveras 2003). Este efecto sobre especies que se hallan en los niveles más básicos de la pirámide trófica puede generar, en consecuencia, efectos en especies de niveles tróficos superiores. Así pues, la reducción de las poblaciones de vertebrados insectívoros como la musaraña gris, *Notiosorex crawfordi* (Coues) (Laakkonen et al. 2001) o el lagarto cornudo, *Phrynosoma coronatum blainvillei* Gray (Suarez et al. 2000; Suarez & Case 2002) en zonas del sur de California afectadas por la invasión, parece ser causada por la disminución de las poblaciones de artrópodos.

1.2 Parque Natural de s'Albufera des Grau y zonas naturales de la isla de Menorca¹

El Parque Natural de s'Albufera des Grau se encuentra situado en la parte nororiental de la isla de Menorca (Figura 2). Fue declarado Parque Natural en 1995. En

¹Información extraída de la *Guía Camí de Cavalls 20 itineraris per a descobrir Menorca*, Ed. Fundació Destí Menorca. 2010. pp.180 y de *La guía del medi ambient de menorca*, Sònia Sans-GOB Menorca. 2007. pp. 137.

2003 se añadió la reserva marina y se amplió la superficie terrestre, abarcando una totalidad actual de 5.067 hectáreas. Su importancia natural se halla vinculada especialmente a las zonas de gran interés botánico que alberga y también a su importancia como refugio de una gran diversidad de aves (en invierno se pueden llegar a juntar entre 2000 y 8000 aves invernantes en laguna de s'Albufera).

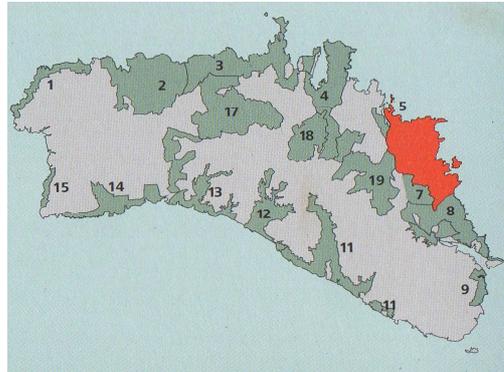


Figura 2. Ubicación de Parque Natural de s'Albufera des Grau (en rojo) y de las 19 Áreas Naturales de Especial Interés (ANEI) en gris. Figura extraída de la *Guia Camí de Cavalls 20 itineraris per descobrir Menorca* (2ª ed).

Otra parte relevante del Parque es la Illa de Colom, que conserva muchos endemismos botánicos y faunísticos.

La isla de Menorca cuenta también con 19 zonas declaradas por el Gobierno balear como áreas naturales de especial interés (ANEI) que se hallan repartidas por toda la isla (Figura 2). Estas áreas junto con el Parque ocupan el 43,5% del territorio insular, por lo que casi la mitad de la isla se halla bajo alguna figura de protección oficial. Menorca fue declarada Reserva de la Biosfera de la Unesco en 1993 pasando a formar parte de la Red Mundial de Reservas de la Biosfera.

1.3 Antecedentes de la invasión en el Parque Natural de s'Albufera des Grau

La hormiga argentina fue detectada por primera vez en la isla de Menorca en el año 1976 (Comín & de Haro 1980), aunque se cree que su introducción se produjo al mismo tiempo que en Mallorca, en los años 50, por el puerto de Maó (Comín & de Haro 1980). En 2004, se detectó su presencia en el Parque Natural de s'Albufera des Grau en gran cantidad, sobretodo alrededor del centro de interpretación de la reserva y en una zona de pinares y dunas (Gómez & Espadaler 2005). En 2005, Gómez & Espadaler (2005) informaron de la necesidad de controlar la invasión en esta zona, al diagnosticar como de muy grave el nivel de afectación de la invasión en la isla. Desde entonces hasta ahora no hay constancia de ningún tipo de estudio relacionado

con la afectación de la invasión en el Parque, a pesar de los múltiples efectos negativos que puede estar ocasionando en la biodiversidad de sus ecosistemas. Desde el grupo de investigación PECAT (*Pertorbacions Ecològiques i Comunitats Animals Terrestres*) de la Universidad de Girona, creemos que es de vital importancia gestionar la invasión de la hormiga argentina en una zona de interés natural tan elevado como es el Parque de s'Albufera des Grau. Si bien, cualquier acción que se quiera llevar a cabo en ese sentido dependerá de la ubicación y grado de invasión de la hormiga en el Parque. Ese es el primer paso que debe realizarse para poder gestionar adecuadamente la invasión, y es el principal objetivo del presente estudio. Así pues, los objetivos de este trabajo son, en primer lugar, determinar la distribución de la hormiga argentina en el Parque de s'Albufera des Grau, y en segundo, determinar el grado de invasión de las áreas afectadas. Esta información puede ser de utilidad a la hora de diseñar nuevos estudios que permitan controlar o prevenir la invasión o determinar el grado de afectación de la plaga en la biodiversidad de la zona.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Distribución de la invasión en el Parque Natural de s'Albufera des Grau

Se muestrearon un total de 8 zonas distintas a lo largo del parque (Figura 3). Las zonas fueron seleccionadas teniendo en cuenta las categorías de zonificación descritas en el PRUG (Plan Rector de Uso y Gestión) del Parque Natural de s'Albufera des Grau y de las reservas naturales de las Illes des Porros, s'Estany, la Bassa de Morella, es Prat y la Illa de Colom. De ese modo, las zonas escogidas estaban dentro de las tres principales áreas de protección definidas por el PORN (Plan de ordenación de los recursos naturales) del Parque Natural de s'Albufera des Grau: área de protección estricta, área de conservación predominante y área de conservación.

Se parceló cada zona mediante cuadrículas de 1 ha aproximadamente, sumando un total para todas las zonas de 100 parcelas.

Entre Julio y Agosto de 2011, se visitó cada una de las parcelas a fin de determinar: 1) presencia o ausencia de la hormiga argentina y 2) riqueza específica de la comunidad de hormigas nativas en caso de tratarse de zonas no invadidas.

El muestreo consistió en muestreos observacionales de 15 minutos de duración a lo largo de la parcela (tanto mediante el uso de caminos que hubiera dentro de ella, como mediante la internación en la parcela sin caminos aparentes). Los muestreos consistían en buscar en todos los lugares susceptibles de ser habitados por hormigas (troncos de árboles, bajo piedras, madera

u hojas, al pie de árboles, arbustos o plantas herbáceas...), así como la búsqueda de pistas de forrajeo en suelo y troncos de árboles o arbustos. En caso de hallar especies de hormigas nativas, estas se identificaban in situ, y en caso de no poderse identificar, se recogía una muestra de obreras y se almacenaba posteriormente en viales de vidrio con alcohol al 70%.

Se muestrearon diferentes biótotos, siendo los más característicos en acantilados y zonas litorales: la comunidad de "socarrells", arbustos espinosos en forma de almohadilla ubicados en los acantilados (*Anthyllis hystrix* (Barcelo) Cardona & al.; *Astragalus balearicus* Chater; *Dorycnium fulgurans* (Porta) Lassen; *Femeniasia balearica* (Rodríguez) Susanna y *Launaea cervicornis* (Boiss) F.Q. et Rothm); la comunidad de marina menorquina dominada por el lentisco (*Pistacia lentiscus* (Mastic)), la bruguera (*Erica multiflora* L.) y el romero (*Rosmarinus officinalis* Linn.) y la marina de aladierno menorquín (*Phillyrea latifolia* var. *rodriguezii* (P. Monts.)). También se muestrearon sistemas dunares con predominancia de cardo marino (*Eryngium maritimum* L.) y lirio de mar (*Pancratium maritimum* L.), y en sistemas bien desarrollados, sabinares (*Juniperus phoenicea* L.). En las zonas de la laguna de s'Albufera y la Bassa de Morella, se encontró la vegetación típica de humedales: juncos (*Juncus acutus* L.), cañizo (*Phragmites australis* (Cav.)), tamarindos (*Tamarix africana* Poiret) y vegetación halófito como las salicornias. En zonas cercanas al mar, bien soleadas y desprotegidas del viento, dominaban los bosques de acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris* (Miller)), y en menor grado, los bosques mixtos de encina (*Quercus ilex* L.) y pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.), éstos solamente en zonas con un suelo profundo y no demasiado seco.

El material queda depositado en el laboratorio del Grupo de Investigación PECAT de la Universidad de Girona.



Figura 3. Zonas de muestreo a lo largo del Parque Natural de s'Albufera des Grau.

2.2 Grado de invasión de la hormiga argentina

Una vez determinada la presencia o ausencia de la hormiga argentina en las parcelas muestreadas en el anterior punto, se pasó a determinar el grado de invasión en aquellas en las que se detectó presencia de la especie invasora. Para ello, se realizaron dos transectos al azar de 30 metros de longitud dentro de la parcela invadida, distribuyéndose cada dos metros cebos alimenticios para atraer a obreras forrajeadoras. Esto implicaba un total de 30 estaciones de monitoreo a lo largo de 60 metros en cada parcela invadida. Dichos cebos consistían en una mezcla a partes iguales de mermelada y aceite de girasol extraído de latas de atún en conserva. La mermelada es un gran atrayente para las obreras forrajeadoras de la mayoría de especies de hormigas por su gran contenido en azúcares. El aceite de girasol de las latas de atún en conserva se aplicó para atraer olfativamente a las obreras hacia el cebo. Se visitaron los transectos una hora después de ser montados, anotándose la especie y número de forrajeadoras en cada cebo. Cuando el número superaba el centenar de obreras, simplemente se anotaba que la abundancia superaba las 100 obreras debido a la imposibilidad de contar el número exacto de individuos (cuando superan dicho valor las obreras tienen tendencia a amontonarse, dificultando el conteo).

Los datos se categorizaron aplicando un valor de 1 a 6 (1 menor grado de invasión; 6 mayor grado de invasión) dependiendo del número de obreras hallado en cada cebo. Así, el grado 1 correspondía a un valor de 0-20 obreras; el grado 2: 20-40 obreras; el grado 3: 40-60 obreras; el grado 4: 60-80 obreras; el grado 5: 80-100 obreras, y el grado 6: > 100 obreras.

Una vez categorizados los datos para cada cebo del transecto, se realizaba la media obtenida para los dos transectos, valor que constituía la estima del grado de invasión de cada parcela invadida.

2.3 Muestreo de la invasión de hormiga argentina a lo largo de la isla

A parte del muestreo en el Parque, también se realizó un muestreo secundario observacional, a fin de detectar el estado de la invasión a lo largo y ancho de la isla de Menorca, no solamente centrandos los esfuerzos en zonas urbanizadas y con elevada presión antrópica, sino también muestreando en zonas naturales o vírgenes no urbanizadas o con poca presión antrópica.

Se muestrearon un total de 37 zonas dispersas por toda la isla: 12 en zonas urbanizadas y 25 en zonas naturales, anotándose en cada una de ellas la presencia o ausencia de hormiga argentina.

3. RESULTADOS

3.1 Distribución de la invasión en el Parque Natural de s'Albufera des Grau

Se muestrearon un total de 97 parcelas de las 100 inicialmente planteadas debido a la inaccesibilidad de 3 de ellas (ubicadas entre Sa Torreta y la playa de Es Grau) (Figura 4g). Solamente en 15 de ellas se detectó presencia de la hormiga argentina (Figura 4). Dicha presencia parece hallarse estrechamente relacionada con el grado de frecuentación de la zona así como con la presencia de cobertura arbórea.

En el Parque Natural de s'Albufera des Grau se han identificado hasta 13 especies de hormigas distintas, incluyendo la hormiga argentina (Tabla 1). Cabe destacar la presencia de *Monomorium andrei* (39°56'49.3"N; 4°14'53.7"E) que es una primera cita para la isla de Menorca y una segunda cita para las islas Baleares (Reyes-López & Luque, 2003). Esta especie se encontró mediante la aplicación de cebos en uno de los transectos realizados. Su presencia era abundante, se encontró en 13 de los 15 cebos dispuestos. En la zona había también *Messor bouvieri* Bondroit, 1918, *Crematogaster scutellaris* (Olivier, 1791), *Plagiolepis pygmaea* (Latreille, 1798) y hormiga argentina, *L. humile*. Al ser una especie rara no queda claro si se trata de una nueva introducción en la isla, y por tanto una nueva especie exótica, o si por el contrario se trata

de una especie nativa, que debido a su pequeño tamaño y comportamiento críptico ha pasado desapercibida hasta ahora (Gómez & Espadaler, 2006).

Además de esta primera cita, también se ha detectado la presencia de *Aphaenogaster senilis* Mayr, 1853 (39°56'57"N; 4°14'32"E), una especie cuya primera y última cita se registró en la isla en 1980 (Comín & de Haro, 1980), motivo por el cual se creía que podía estar extinta. El presente estudio demuestra que, aunque su población seguramente se encuentra en regresión (ya que únicamente se halló en una sola zona de todas las muestreadas), aún se encuentra presente en la isla.

La Tabla I es una revisión de la fauna de formícidos citados o muestreados en la isla de Menorca hasta ahora. Si eliminamos las especies susceptibles de haber sido erróneamente identificadas y las que parece ser que ya no se encuentran en la isla, la fauna actualizada de formícidos de Menorca alcanzaría las 33 especies (Tabla I).

Tabla I. Lista actualizada de formícidos en la isla de Menorca

SUBFAMILIA DOLICHODERINAE			
	Especie	Cita o muestra de colección	Observaciones
1	<i>Bothriomyrmex meridionalis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 	No se ha vuelto a encontrar desde su cita en 1980.
2	<i>Linepithema humile</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Gómez & Espadaler, 2005; 2006 • Guillem, 2009 • Este estudio 	Especie exótica invasora
3	<i>Tapinoma erraticum*</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 	Probablemente identificaciones erróneas por confusión con <i>T. madeirense</i> (Espadaler, Com. Pers.)
3	<i>Tapinoma madeirense</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Colección personal de K. Gómez 2004 	
4	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wheeler, 1926 • Collingwood & Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 • Este estudio 	
SUBFAMILIA FORMICINAE			

	Especie	Cita o Muestra de colección	Observaciones
5	<i>Camponotus lateralis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wheeler, 1926 • Collingwood & Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 • Este estudio 	
6	<i>Camponotus ruber</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Guillem, 2009 	Guillem (2009) considera que la especie <i>Camponotus sicheli</i> citada por Comín 1977 y Comín & de Haro 1980, es en realidad <i>Camponotus ruber</i> según Cagniant (1996).
6	<i>Camponotus sicheli</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Colección del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Determinada por K. Gómez 	Esta especie es considerada <i>Camponotus ruber</i> por Guillem, 2009.
7	<i>Camponotus truncatus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 	Citada en Comín del Río & de Haro 1980 como <i>Colobopsis truncatus</i> .
8	<i>Lasius alienus*</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 	Dichas muestras deberían revisarse al haberse probablemente confundido con la especie <i>Lasius lasioides</i> , confusión frecuente antes de la revisión de Seifert en 1992 (Guillem, 2009; Espadaler Com. Pers.)
9	<i>Lasius grandis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Colección del Museo Natural de Ses Illes Balears. Determinada por X. Espadaler • Guillem, 2009 • Este estudio 	
8	<i>Lasius lasioides</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Colección del Museo Natural de Ses Illes Balears. Determinada por K. Gómez • Guillem, 2009 • Este estudio 	
9	<i>Lasius niger*</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wheeler, 1926 • Collingwood & 	Dichas muestras deberían revisarse al haberse

		<ul style="list-style-type: none"> Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 	probablemente confundido con la especie <i>Lasius grandis</i> , confusión frecuente antes de la revisión de Seifert en 1992 (Guillem, 2009; Espadaler, Com. Pers.).
10	<i>Plagiolepis pygmaea</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Collingwood & Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 • Gómez & Espadaler, 2005 • Guillem, 2009 • Este estudio 	
11	<i>Plagiolepis schmitzii</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 	

SUBFAMILIA MYRMICINAE

	Especie	Cita o Muestra de colección	Observaciones
-	<i>Aphaenogaster gemellat</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wheeler, 1926 • Collingwood & Yarrow, 1969 	Determinada por Wheeler, 1926 como <i>Aphaenogaster testaceopilosa</i> var <i>gemella</i> . No se ha vuelto a encontrar esta especie en las islas Baleares desde 1983. En el caso concreto de la isla de Menorca se cita por última vez en 1969. Se teme que haya podido desaparecer a causa de la invasión de hormiga argentina (Gómez & Espadaler, 2005).
12	<i>Aphaenogaster senilis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Este estudio 	Se temía que la especie hubiera desaparecido debido a la dificultad para encontrarla en anteriores muestreos (Guillem, 2009). Su observación en el presente estudio descarta esa posibilidad, aunque la dificultad para encontrarla sugiere que quizás esta especie se halle en retroceso.
13	<i>Cardiocondyla mauritanica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gómez & Espadaler, 2006 	Especie exótica

14	<i>Crematogaster auberti</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 	
15	<i>Crematogaster scutellaris</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wheeler, 1926 • Collingwood & Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 • Este estudio 	
-	<i>Messor barbarus</i> [†]	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 	Especie que no debería pasar desapercibida debido a sus dimensiones y sin embargo no se ha vuelto a detectar su presencia desde 1980. Si ha estado alguna vez en Menorca, probablemente ya haya desaparecido (Espadaler, Com. Pers. En: Guillem, 2009).
16	<i>Messor structor</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wheeler, 1926 • Collingwood & Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 • Este estudio 	
17	<i>Monomorium andrei</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Este estudio 	Primera cita para la isla de Menorca y segunda para las Baleares.
18	<i>Monomorium salomonis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Collingwood & Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 • Este estudio 	
19	<i>Monomorium subocapum</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 	
20	<i>Myrmica aloba</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Seifert, 1988 • Guillem, 2009 	Especie en peligro de desaparecer de la isla por la invasión de hormiga argentina (Gómez & Espadaler, 2005)
21	<i>Pheidole pallidula</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wheeler, 1926 • Collingwood & Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 	

		<ul style="list-style-type: none"> • Este estudio 	
22	<i>Solenopsis fairchildi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 	Citada en Comín del Río & de Haro, 1980 como <i>Diplorhoptrum fairchildi</i>
23	<i>Solenopsis latro</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 	Citada en Comín del Río & de Haro, 1980 como <i>Diplorhoptrum latro</i>
-	<i>Solenopsis sp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Guillem, 2009 • Este estudio 	Tanto en Guillem, 2009 como en el presente estudio, las dificultades para determinar las muestras de castas obreras hasta especie nos obligan a ser prudentes e identificar la especie solamente hasta nivel de género.
24	<i>Temnothorax algericus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Guillem, 2009 	
25	<i>Temnothorax recedens</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Collingwood & Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 	
26	<i>Temnothorax specularis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 	Citada en Comín del Río & de Haro, 1980 como <i>Leptothorax specularis</i>
27	<i>Tetramorium caespitum</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 	
28	<i>Tetramorium caldarium</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gómez & Espadaler, 2006 	Especie exótica
29	<i>Tetramorium meridionale</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 	
30	<i>Tetramorium semilaeve</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wheeler, 1926 • Collingwood & Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 • Guillem, 2009 • Este estudio 	
SUBFAMILIA PONERINAE			
	Especie	Cita o Muestra de colección	Observaciones
31	<i>Hypoponera eduardi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Colección personal de K. Gómez, 2004 • Guillem, 2009 	

32	<i>Hypoponera punctatissima</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Guillem, 2009 	
33	<i>Ponera coarctata</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Collingwood & Yarrow, 1969 • Comín del Río & de Haro, 1980 	

3.2 Grado de invasión de la hormiga argentina

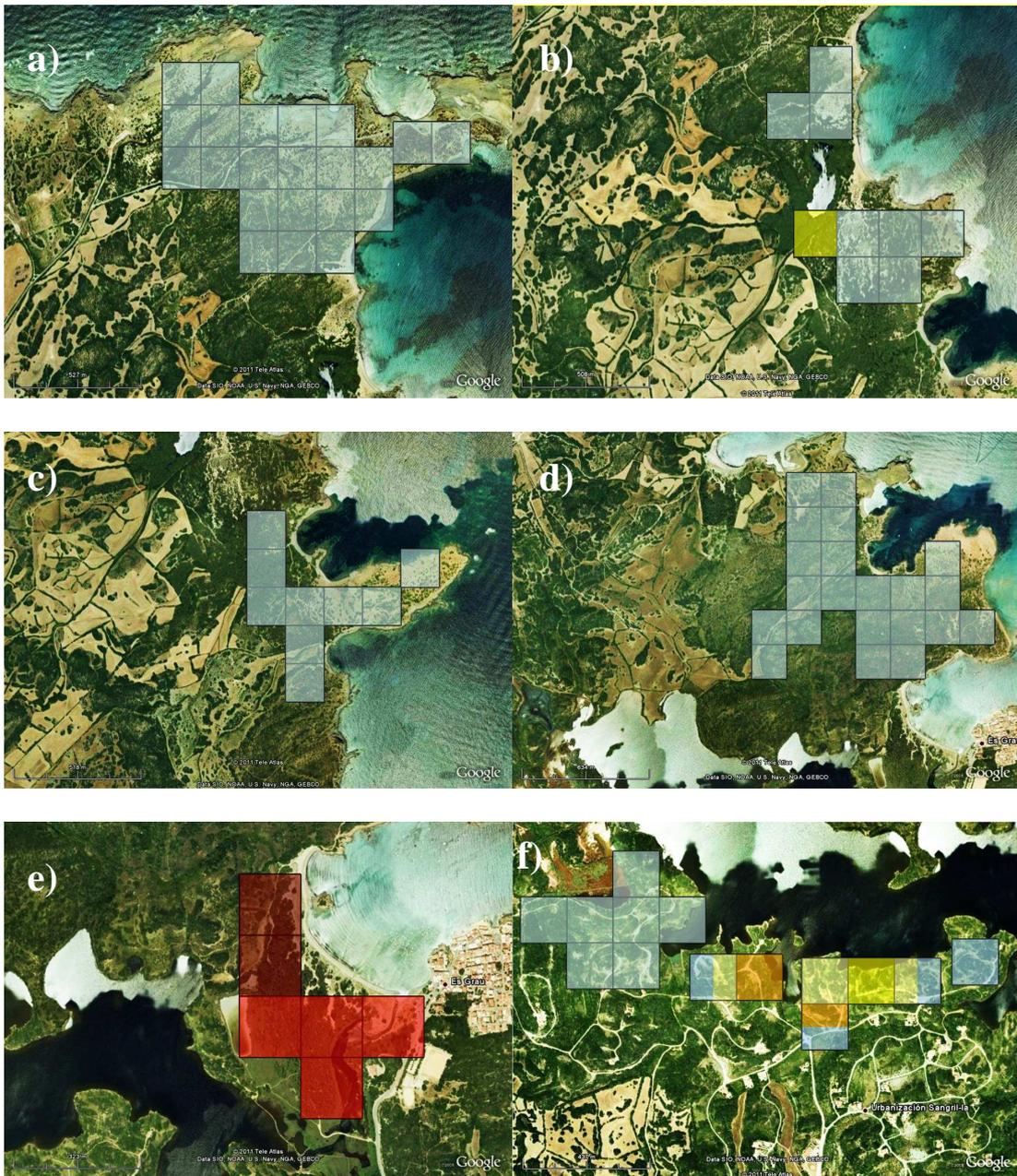
Se detectaron distintos grados de invasión en las distintas parcelas muestreadas con presencia de hormiga argentina (Figura 4)

La zona invadida en la Bassa de Morella (una de las áreas de protección estricta del Parque) presenta un nivel de afectación moderado (Figura 4b). Asimismo, la zona invadida cerca de la urbanización de Es Grau (Figura 4g), también presenta un nivel de afectación leve-moderado. En esta zona la invasión parece proceder de la urbanización, avanzando hacia el área natural ubicada al este, en la cual podemos hallar uno de los cuatro frentes de invasión detectados en este estudio.

El resto de zonas invadidas se hallaron próximas a las áreas de humedales y cañaverales del Parque (Figuras 4e y 4f). Estas zonas coinciden plenamente con los itinerarios de senderismo para la observación de aves (itinerarios 1 y 2). Además, es conveniente indicar que esta zona vio amenazado su valor ecológico en los años 70, al diseñarse un proyecto de urbanización alrededor de la laguna de s'Albufera des Grau. El movimiento popular que desencadenó tal proyecto consiguió parar el proyecto después de 20 años de movilizaciones y protestas. A pesar de ello, aún quedan vestigios de la gran urbanización que se tenía planeada para esta zona bajo la forma de amplias pistas forestales que ahora sirven de itinerarios para la observación de aves. Muy probablemente la introducción por parte de la hormiga argentina se produjo a causa de la formación de estos viales, durante la época en la que se tenía proyectada la construcción de la urbanización. De no haberse parado el proyecto, es altamente probable que los márgenes de la laguna y alrededores estuvieran a día de hoy invadidos en su totalidad. A pesar de ello, la invasión en esta zona parece hallarse peligrosamente en expansión, tanto al este como al oeste, así lo demuestran los distintos frentes de invasión hallados en estas parcelas (Figura 4f). Las parcelas ubicadas al oeste de esta zona se hallan muy próximas a una de las áreas de protección estricta del Parque. Actualmente, la ausencia de hormiga argentina así como la presencia de distintas especies de hormigas nativas indican que el área no se halla invadida. A pesar de ello, el foco de invasión situado en las parcelas centrales parece indicar que es sólo cuestión de tiempo que esta área sea invadida.

Por lo que respecta al itinerario que pasa por detrás de la playa de es Grau (itinerario 3 del Parque), es el que presenta unos niveles más extremos de invasión (Figura 4e), detectándose en algunos de los transectos una media de más de 100 obreras por cebo correspondientes a un valor categórico de 6 en la escala de invasión generada en este estudio. En esta zona, la totalidad de las parcelas muestreadas presentaron elevados niveles de invasión.

En cuanto a la última área de protección estricta muestreada, la Illa de Colom, los resultados obtenidos en este estudio indican que no hay presencia de la invasión en esa zona, probablemente debido a su aislamiento (sólo se puede acceder por vía marítima), lo que limita su frecuentación, y por tanto, las probabilidades de ser invadida. (Figura 4h).



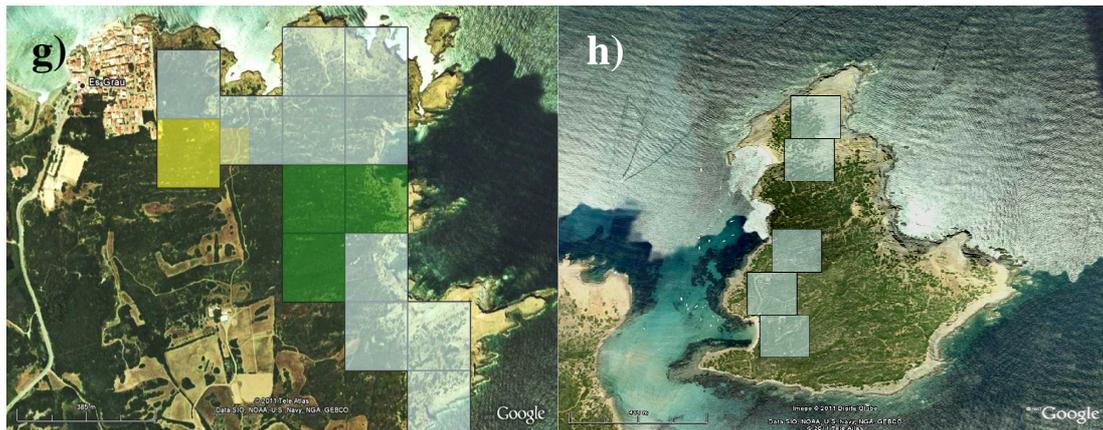


Figura 4. Grado de invasión de la hormiga argentina en las 8 zonas muestreadas del Parque Natural de s'Albufera des Grau. Las parcelas en verde corresponden a zonas inaccesibles.

3.3 Muestreo de la invasión de hormiga argentina a lo largo de la isla

Se detectó invasión de hormiga argentina en todas las zonas urbanizadas muestreadas, mientras que en las no urbanizadas tan solo se detectó su presencia en una de las 25 zonas muestreadas, concretamente en los alrededores del aparcamiento de acceso a la Cala del Pilar. La Tabla II recoge todas las citas de hormiga argentina registradas hasta ahora en la isla de Menorca, así como su ubicación. Curiosamente, la mayoría de las zonas muestreadas hasta ahora eran zonas urbanas (ciudades, fincas, urbanizaciones, campos de golf), y las pocas zonas naturales muestreadas eran zonas adyacentes a urbanizaciones, ciudades o fincas. En el presente estudio se añaden zonas muestreadas no urbanizadas incluidas dentro de las 19 áreas naturales de especial interés (ANEI) de la isla (Figura 2), muchas de ellas zonas vírgenes y muy

poco frecuentadas y sin núcleos de población próximos. En concreto, de las 25 zonas muestreadas no urbanizadas, 17 estaban incluidas en alguna ANEI (Tabla II).

Tabla II. Presencia/ausencia de hormiga argentina en la isla de Menorca desde su detección hasta la actualidad en relación al tipo de zona muestreado. Las citas marcadas en verde indican zonas naturales invadidas.

PRESENCIA DE HORMIGA ARGENTINA		
LOCALIZACIÓN	TIPO DE ZONA	FECHA/CITA
Ciutadella	Zona urbana	Abril 1977/Comín & de Haro 1980
Na vermella	Finca	Abril 1977/Comín & de Haro 1980
Maó	Zona urbana	Agosto 1976/ Comín & de Haro 1980
Barranc de Sant Joan	Vergel con Ermita	Octubre 1976/ Comín & de Haro 1980
Cala Galdana	Urbanización	Octubre 1976/ Comín & de Haro 1980
Sant Felip	Finca	Octubre 1976/ Comín & de Haro 1980
Binisermenya	Finca	Diciembre 1976/ Comín & de Haro 1980
Cala Alcaufar	Urbanización	Diciembre 1976/ Comín & de Haro 1980
Font de San Simón	Natural	Diciembre 1976/ Comín & de Haro 1980
PRESENCIA DE HORMIGA ARGENTINA (continuación)		
Alaior	Urbana y jardines	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Binisafúller	Urbanización	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Hotel Mediterrani (Cala Blanca)	Jardines en urbanización	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Cala'n Bosch	Urbanización	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Cala'n Forcat	Urbanización	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Cala Galdana	Cañaverales y pastos adyacentes	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Cala Morell	Urbanización	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Cala'n Porter	Urbanización y cañaverales	2004/ Gómez & Espadaler 2005

Campo de Golf "Son Parc"	Campo de Golf y jardines adyacentes	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Ciudadella	Urbana	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Es Grau	Urbana	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Es Mercadal	Urbana y jardines	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Ferrerries	Urbana, césped en jardines	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Maó	Urbana	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Port Addaia	Urbanización y puerto deportivo	2004/ Gómez & Espadaler 2005
S'Albufera des Grau	Parque Natural (dunas, zonas húmedas y pinares)	2004/ Gómez & Espadaler 2005
S'Algar	Urbanización	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Sant Lluís	Urbana, césped en jardines	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Son Bou	Dunas y zonas húmedas	2004/ Gómez & Espadaler 2005
Continúa invasión		
S'Albufera des Grau	Parque Natural	2 de Junio 2006/Guillem 2009
Es Mercadal	Urbana	2 de Junio 2006/Guillem 2009
Son Bou	Urbanización	3 de Junio 2006/Guillem 2009
Cala del Pilar	Encinar adyacente a la zona de aparcamiento ANEI Me-2. Sin núcleos de población próximos	5 de Junio 2006/Guillem 2009
Platja des Grau	Dunas y pinares	6 de Junio 2006/Guillem 2009
Cap d'Artrutx	Urbanización	7 de Junio 2006/Guillem 2009
Ses Salines de Fornells	Urbanización	8 de Junio 2006/Guillem 2009
Continúa invasión		
Binibèquer vell	Urbanización	Julio 2011/ Este estudio
Cala d'Alcafar	Urbanización	Julio 2011/ Este estudio
Cala Galdana	Urbanización y encinar adyacente	Julio 2011/ Este estudio
Cala Llonga	Urbanización	Julio 2011/ Este estudio

Cala de sa Mesquida	Urbanización	Julio 2011/ Este estudio
Cala Morell	Urbanización	Julio 2011/ Este estudio
Cala del Pilar	Encinar adyacente a la zona de aparcamiento ANEI Me-2. Sin núcleos de población próximos	Julio 2011/ Este estudio
Caló Tancat	Urbanización	Julio 2011/ Este estudio
Cap d'Artrutx	Urbanización	Julio 2011/ Este estudio
Ciutadella	Urbana	Julio 2011/ Este estudio
Maó	Urbana	Julio 2011/ Este estudio
Es Mercadal	Urbana	Julio 2011/ Este estudio
Es Mitjorn Gran	Urbana	Julio 2011/ Este estudio

AUSENCIA DE HORMIGA ARGENTINA

LOCALIZACIÓN	TIPO DE ZONA	FECHA/CITA
Els Alocs	Cala virgen. ANEI Me-3 Mayor tramo de litoral virgen de Menorca	Julio 2011/ Este estudio
Barranc d'Algendar	Encinar. ANEI Me-13	Julio 2011/ Este estudio
Cala Barril	Cala virgen. ANEI Me-3 Mayor tramo de litoral virgen de Menorca	Julio 2011/ Este estudio
Cala'n Calderer	Cala virgen. ANEI Me-3 Mayor tramo de litoral virgen de Menorca	Julio 2011/ Este estudio
Cala Escorxada	Cala virgen ANEI Me-13	Julio 2011/ Este estudio
Cala Macarella	Cala virgen ANEI Me-14	Julio 2011/ Este estudio
Cala de sa Mesquida	ANEI Me-8	Julio 2011/ Este estudio
Cala del Pilar	Cala virgen y dunas. ANEI Me-2 Sin núcleos de población próximos	Julio 2011/ Este estudio
Cala Trebalúger	Cala virgen ANEI Me-13	Julio 2011/ Este estudio
Cala'n Turqueta	Cala virgen ANEI Me-14	Julio 2011/ Este estudio
Cala Viola	Cala virgen. ANEI Me-3 Mayor tramo de litoral virgen de Menorca	Julio 2011/ Este estudio
Calescoves	Cala virgen. ANEI Me-11	Julio 2011/ Este estudio
Cap de Cavalleria	Faro. ANEI Me-3 Mayor tramo de litoral virgen de Menorca	Julio 2011/ Este estudio
Naveta des Tudons	Campos con restos prehistóricos	Julio 2011/ Este estudio
Pedreres de s'Hostal	Cantera con jardín botánico	Julio 2011/ Este estudio
Punta Nati	Faro ANEI Me-1	Julio 2011/ Este estudio

Salines de Montgofre	Salicorniar ANEI Me-5	Julio 2011/ Este estudio
Sanitja	Puerto y alrededores. ANEI Me-3 Mayor tramo de litoral virgen de Menorca	Julio 2011/ Este estudio
Santa Àgueda	Encinar (270m) ANEI Me-17	Julio 2011/ Este estudio
So Na Caçana	Campos con restos prehistóricos	Julio 2011/ Este estudio
Torralba de Salord	Campos con restos prehistóricos	Julio 2011/ Este estudio
Torre d'en Gaumès	Campos con restos prehistóricos	Julio 2011/ Este estudio
Torre Llafuda	Campos con restos prehistóricos	Julio 2011/ Este estudio
Torre Trencada	Campos con restos prehistóricos	Julio 2011/ Este estudio

4. DISCUSSION

La presencia de la hormiga argentina en el Parque Natural de s'Albufera des Grau de Menorca se detectó por primera vez en 2004 por Gómez & Espadaler (2005). La ubicaron en abundancia en zonas cercanas al centro de interpretación de la reserva y en una zona de pinares y dunas, probablemente la que se haya ubicada detrás de la playa de Es Grau. Cinco años más tarde, Guillem (2009) afirma que la encontró "en todas partes dentro de la reserva y especialmente en la entrada al Parque". Los resultados presentados en este estudio, en cambio, indican que, si bien la hormiga argentina se presenta en gran abundancia en determinadas zonas del Parque (sobretudo en las muestreadas en los dos estudios anteriores), en realidad su presencia en él es inesperadamente escasa. Así, de 97 parcelas visitadas, tan sólo se detectó presencia de hormiga argentina en 15 de ellas. Además, el muestreo a lo largo de la isla indica que la baja presencia de hormiga argentina en zonas naturales y poco alteradas no es un fenómeno exclusivo de la reserva, sino que es más bien un parámetro general y recurrente en toda la isla. La invasión se halla estrechamente asociada a la actividad humana, invadiendo sobretudo ambientes ecológicamente degradados (urbanizaciones, ciudades, pueblos, fincas, campos de golf, etc.). Todas estas zonas presentan una abundancia de microclimas favorables para la supervivencia de la especie: parterres i jardines regados frecuentemente y hogares con unas condiciones de humedad y temperatura ideales. Además, su establecimiento y expansión se ve favorecido por la gran abundancia de alimento disponible (contenedores de basura,

pulgones secretores de melaza, alimentos en las casas...). En conjunto, todas estas zonas actúan en la isla como reservorio de la plaga y potenciales focos de expansión a zonas naturales, tanto de los alrededores (dispersión por difusión), como de zonas mucho más lejanas (dispersión mediante el transporte accidental por humanos) (Suarez et al. 2001). A pesar de ello, los resultados obtenidos en este estudio parecen indicar que la hormiga argentina tiene gran dificultad a la hora de invadir zonas naturales vírgenes o poco alteradas, ya que no suele invadir grandes extensiones de zonas naturales alejadas de núcleos urbanos. Un patrón similar de invasión se ha observado en otras zonas invadidas por esta especie. Concretamente, en el Parque Nacional de Doñana, donde la invasión se ve claramente asociada a las casas y fincas de la reserva y su expansión a zonas naturales se ve limitada fundamentalmente por el carácter xerofítico de la zona (Carpintero, 2001). De igual modo, también se ha detectado su incapacidad para sobrevivir fuera de hábitats modificados por el ser humano en Arizona, probablemente debido a su intolerancia por las zonas áridas (Suarez et al. 2001). Ello sugiere, por tanto, que el caso concreto de la invasión en Menorca sigue los mismos patrones que estas dos zonas invadidas y que su limitación para penetrar en zonas naturales es fundamentalmente la baja disponibilidad hídrica del suelo. En el caso concreto del Parque de s'Albufera des Grau, el tipo de vegetación predominante en las parcelas visitadas es la marina menorquina de aladierno o lentisco y la comunidad de los llamados "socarrells", arbustos espinosos en forma de almohadilla ubicados en los acantilados. En cualquier caso, se trata de una vegetación de mata baja y redondeada, adaptada al fuerte viento que sopla a menudo en la isla. La falta de cobertura arbórea en esta zona no permite que el suelo mantenga unas condiciones de humedad aceptables para la supervivencia de las colonias, lo que dificultaría su invasión, limitándola a zonas con elevada humedad como son las próximas a la laguna de s'Albufera o a la Bassa de Morella. Por tanto, la presencia de elevada cobertura arbórea favorecería la invasión en zonas naturales de la isla, ya que permitiría el mantenimiento de una humedad del suelo satisfactoria para la especie. De hecho, estudios no publicados de nuestro grupo de investigación han detectado que la invasora tiene predilección por las zonas con elevada cobertura arbórea para fundar sus nidos, ya que estas zonas presentan un mayor nivel de humedad del suelo. Estos datos encajarían con el patrón de invasión observado en la isla de Menorca, no sólo para el caso concreto del Parque, sino también para el resto de la isla. Las pocas zonas naturales invadidas por la especie se hallan siempre en zonas con una humedad del suelo superior al del resto de la isla, o bien por la presencia de humedales (zonas invadidas en el Parque de s'Albufera des Grau correspondientes a la zona de la Bassa de Morella y de la laguna de s'Albufera; o zona de humedales en Son Bou), o bien por presencia de torrentes, fuentes o lavaderos (Cala Galdana

donde desemboca el torrente de Algendar; Fuente de San Simón y Barranco de Sant Joan, respectivamente). Muchas de ellas, además, presentan una elevada cobertura arbórea gracias a la presencia de encinares o pinares, lo que ayudaría a mantener la humedad del suelo en niveles aceptables para la especie. Además, todas estas zonas tienen en común la proximidad a áreas urbanas o fincas, las cuales muy probablemente funcionan como foco de la invasión hacia las zonas naturales aledañas.

Así pues, los factores claves que propiciarían la presencia y expansión de la plaga en zonas naturales de la isla de Menorca serían cuatro: 1) grado de cobertura arbórea, 2) proximidad a desarrollos urbanísticos 3) grado de frecuentación antrópica y 4) proximidad a zonas húmedas o con presencia de agua (torrentes o fuentes). El grado de invasión, por tanto, dependerá básicamente de la combinación de estos cuatro. De ese modo, el grado de invasión máximo hallado en este estudio (el del pinar situado tras la playa des Grau), presentaría los cuatro factores, lo que explicaría la elevada afectación de la invasión en esta zona.

Dados los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta la presencia puntual de la hormiga argentina en zonas naturales poco alteradas de la isla, ¿podemos hablar de un nivel de afectación de la invasión en la isla de MUY GRAVE como diagnosticaron en 2005 Gómez & Espadaler? Depende de la escala con que se mire. A gran escala, la invasión de hormiga argentina en zonas naturales se da de forma más bien esporádica en la isla, afectando claramente aquellas zonas que presentan una humedad de suelo significativamente superior, y/o próximas a núcleos urbanos. Por tanto, desde este punto de vista, la afectación se podría considerar más bien moderada. Ahora bien, si nos miramos la problemática desde un punto de vista más local, centrándonos en cada una de las zonas naturales invadidas y teniendo en cuenta la importancia a nivel natural de cada una de éstas, sí que podemos considerar la afectación de MUY GRAVE por diversos motivos. En primer lugar, las zonas más vulnerables de ser invadidas son las que presentan unas características de humedad del suelo favorables para la instalación y expansión de la plaga. Estas zonas son precisamente las más importantes a nivel natural. Estamos hablando de las zonas cercanas a la laguna de s'Albufera, y de la Bassa de Morella dentro del Parque (catalogadas como áreas de protección estricta o predominante según el PORN) así como de la zona del humedal de Son Bou fuera del parque (catalogada como área natural de especial interés (ANEI)). Todas ellas funcionan como reservorio natural de aves nidificantes.

En 2005 se detectó que la invasión por hormiga argentina tenía un efecto negativo en la condición física de los polluelos de herrerillo común, *Parus caeruleus* L. en alcornocales invadidos del noreste peninsular. La invasión repercutía en los polluelos de forma indirecta, al disminuir la

abundancia de lepidópteros con que se alimentan estos polluelos en las áreas invadidas. La disminución de la condición física de los polluelos puede llegar a repercutir en la supervivencia y emancipación de los mismos (Roca, 2005). También se ha llegado a observar la depredación directa de polluelos en el propio nido por parte de la hormiga argentina en zonas con un elevado grado de invasión (Newell & Barber, 1913; Swoboda & Miller 2003). En definitiva, todos estos datos nos hacen pensar que el efecto de la invasión en estas zonas protegidas de Menorca podría estar causando un impacto negativo en aves nidificantes protegidas, sobretodo en aquellas que en época reproductora hagan una aportación de insectos a los polluelos. De éstas últimas y teniendo en cuenta el listado de aves protegidas redactado en el PRUG, hemos determinado un total de 20 especies de aves insectívoras estrictas susceptibles de estar afectadas por la presencia de hormiga argentina en el Parque, 19 de ellas presentes en el listado de especies silvestres en régimen de protección especial (Apéndice I).

Por otra parte, su efecto en la comunidad de artrópodos podría también repercutir negativamente en otros vertebrados endémicos protegidos de las islas con alimentación básicamente insectívora. Sería el caso de la lagartija balear (*Podarcis lifordi balearica*; *Podarcis lifordi addaiae* y *Podarcis lifordi carbonerae*), especie presente únicamente en islotes periféricos de las islas de Menorca y Mallorca, o la lagartija italiana (*Podarcis sicula*), así como también del mamífero endémico balear *Crocidura suaveolans balearicus*. Estos efectos se han descrito para el caso de la hormiga argentina y las poblaciones de lagarto cornudo de California (Suarez et al. 2000; Suarez & Case 2002). En el caso concreto de la lagartija balear, la repercusión de la hormiga argentina se produciría tan sólo a nivel de los islotes que pudieran resultar afectados. En el caso de s'Illa de Colom, al no estar presente la hormiga invasora, la gestión de la zona debería encararse hacia la vigilancia y prevención de su entrada. También se ha detectado su efecto negativo en insectos polinizadores, que se ven desplazados al monopolizar las plantas de las cuales obtienen su alimento. En algunos casos, incluso se llegó a observar la depredación directa de abejas de la especie *Hylaeus volcanica* por parte de la hormiga argentina (Cole et al 1992). En este caso, cualquier planta con polinización mediada por insectos puede verse afectada por la invasión, así como los propios insectos polinizadores al ser eliminados de las zonas invadidas. Existen tres especies de himenópteros polinizadores en el Parque de s'Albufera des Grau que al ser endémicas de las islas Baleares son consideradas especies de fauna prioritaria y de interés natural según el PRUG: *Anthopora balearica*, *Chalicodoa sicula balearica* y *Eucera numida balearica*. Todas estas especies pueden verse afectadas negativamente por la presencia de hormiga argentina.

Además, su impacto negativo en la composición de las comunidades de hormigas podría también afectar a determinadas especies de plantas del género *Helleborus* (*Helleborus foetidus*, *Helleborus lividus*) las cuales son especies mirmecócoras, es decir, dispersan sus semillas mediante un mutualismo con determinadas especies de hormigas. La desaparición de dichas especies de hormigas debido a la invasión podría llegar a afectar al ciclo de vida de las plantas mirmecócoras que dependen de ellas, y en consecuencia, a su presencia en la isla.

En general, el carácter insular y la fragilidad de sus ecosistemas hacen que las consecuencias de la presencia y expansión de la hormiga argentina en la isla de Menorca puedan ser peores que las descritas para zonas continentales invadidas. Por todo ello, se hace imprescindible la realización de estudios que evalúen el impacto real de la invasión sobre el ecosistema, sobretodo en lo que se refiere a su efecto sobre especies protegidas.

Los resultados del presente estudio aportan información de base para la realización de dichos trabajos gracias a la detección de diversos frentes de invasión y ubicación de las zonas invadidas. La detección de los frentes de invasión en particular también permitiría poder llevar a cabo estudios de su avance en las zonas invadidas. Estos estudios pueden ser muy útiles para evaluar el efecto de la gestión de la plaga en estas zonas, ya que permite detectar variaciones en el ratio de expansión.

Por otro lado, el hecho que la especie tenga dificultad para invadir zonas naturales en la isla de Menorca no quiere decir que su invasión en áreas naturales no esté en expansión. Todos los hábitats naturales donde ya ha conseguido instalarse son susceptibles de ser invadidos en su totalidad. Estaríamos hablando tanto de todas las zonas húmedas del Parque (Bassa de Morella y laguna de s'Albufera), como del encinar próximo a la Cala del Pilar en el norte de la isla, o la desembocadura del torrente de Algendar en Cala Galdana. En todas estas zonas se han detectado zonas invadidas y zonas sin invadir, las cuales muy probablemente acabarán siendo invadidas por completo con las consecuentes repercusiones ecológicas que ello conlleva. Además, todos aquellos hábitats que no estén invadidos aún y que presenten alguno de los factores mencionados anteriormente ligados a la invasión (elevada frecuentación, cobertura arbórea, presencia de núcleos urbanos cercanos y/o humedad del suelo proporcionada por torrentes o lagunas), son susceptibles de ser invadidos, especialmente las zonas con cobertura arbórea y cierta humedad (p.ej. Barranco de Algendar o zona de Santa Àgueda y s'Enclusa).

5. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

El presente estudio pone en evidencia el estado actual de la invasión de hormiga argentina en el Parque Natural de s'Albufera des Grau de Menorca, así como el estado de la invasión en el resto de la isla. Su presencia se ve fuertemente enraizada a todas aquellas zonas con cierto desarrollo urbanístico (urbanizaciones, ciudades, fincas, pueblos, campos de golf...), las cuales funcionan como reservorio de la plaga y foco de dispersión. Su presencia en zonas naturales es escasa pero no por ello poco importante, ya que las zonas invadidas presentan un elevado interés natural al actuar como reservorio de aves nidificantes y demás especies endémicas y emblemáticas, como la lagartija balear, por ejemplo.

La escasez de la invasión de esta especie en zonas naturales de la isla parece estar relacionada con la baja humedad del suelo, lo cual limitaría su supervivencia. Por ese motivo, las zonas con cierta humedad del suelo y con cobertura arbórea son las más vulnerables de ser invadidas.

Actualmente en el Parque de s'Albufera des Grau hay detectadas cuatro zonas invadidas. Una en la zona de la Bassa de Morella, otra en la zona de pinares y dunas que se halla detrás de la playa des Grau, la tercera en los alrededores del centro de interpretación del Parque y la última en las cercanías de la urbanización de es Grau, penetrando en la vegetación de marina menorquina.

A todo ello cabe añadirle el factor urbanización. Cualquier actividad de desarrollo urbanístico llevado a cabo en zonas naturales o en sus alrededores contribuirá inevitablemente a dispersar la plaga, al mismo tiempo que actuará como nuevo foco de invasión.

En definitiva, las acciones propuestas de acción a partir de este momento para combatir la plaga tanto en el parque como en las áreas naturales de especial interés de la isla se pueden desglosar en dos tipos: acciones preventivas y acciones evaluativas de su impacto ecológico y posible gestión.

Las acciones preventivas estarían orientadas mayoritariamente hacia la no urbanización de zonas naturales en la medida que sea posible. Todo lo que implique construcción de urbanizaciones, campos de golf, fincas o cualquier otro tipo de construcción urbanística que altere las condiciones de humedad y disponibilidad de alimentos de la zona, implicará la dispersión de la invasión hacia estas zonas y sus alrededores, por lo tanto debería evitarse. Además, cualquier otra acción destinada a la incorporación de nuevos elementos paisajísticos (plantación de árboles o arbustos, incorporación de señales o paneles informativos) en zonas naturales, deberán ser revisados en profundidad antes de ser llevados hasta su destino a fin de

descartar la posibilidad que estén infectados de propágulos de la especie, y así eliminar la posibilidad de diseminación accidental de la invasión.

Las acciones evaluativas de su impacto ecológico y posible gestión incluirían estudios ecológicos de la afectación de la especie en los ecosistemas afectados, por ejemplo: impacto en la dispersión de semillas de plantas mirmecócoras, impacto en la condición física de polluelos de aves insectívoras estrictas, impacto en las poblaciones de lagartijas endémicas o demás vertebrados insectívoros endémicos, o impacto en la comunidad de insectos polinizadores de especial interés natural. El resultado de estos estudios ayudaría a detectar el nivel de afectación real de la invasión sobre la biodiversidad de la zona, sobretodo por lo que respecta a las especies protegidas. Este tipo de acciones serían especialmente convenientes en las zonas invadidas del Parque Natural de s'Albufera des Grau al tratarse de una zona de protección estricta.

Por lo que respecta a los islotes cercanos a la isla de Menorca, sería especialmente recomendado llevar a cabo acciones de prevención o evaluación del efecto de la invasión en estas zonas ya que actualmente son las únicas áreas en Menorca donde aún se halla presencia de lagartija balear. Como se ha comentado anteriormente, debido a su dieta insectívora, las lagartijas son seres especialmente sensibles a la invasión por la hormiga argentina. En el caso de s'Illa de Colom, las acciones preventivas adquieren mucha más relevancia, puesto que evitar la entrada de la invasora en esta zona permitiría salvaguardar a esta especie emblemática de los efectos negativos de la invasión. En este contexto, se hace especialmente importante el hecho de realizar seguimientos periódicos de la presencia/ausencia de hormiga argentina así como actuar inmediatamente si se produce una invasión accidental.

También se recomienda visitar los demás islotes como ses Illes des Porros o s'Illa de l'Aire, para evaluar si están invadidos o no por la hormiga argentina e iniciar medidas preventivas o evaluativas según sea el caso.

Por lo que respecta a la posible gestión, ésta podría ir encaminada al uso de cebos envenenados de efecto retardado, ya que actualmente parece ser el método más efectivo para controlar la invasión al generar una elevada mortalidad en los nidos (Gómez & Espadaler 2005). En 1996 se empleó este sistema para gestionar la invasión en el Parque Nacional de Haleakala en Hawai, y si bien no erradicó la invasión de las zonas invadidas, sí que redujo enormemente su abundancia (se observó un descenso del 97% en la abundancia de hormigas forrajeadoras después de su aplicación) (Krushelnycky & Reimer 1996). Un año más tarde se empleó el mismo sistema con éxito en la erradicación de propágulos recientes en frentes de invasión de diferentes zonas de Australia (Krushelnycky & Joe 1997). Por tanto, el uso de este tipo de métodos en el Parque

Natural de s'Albufera des Grau podría controlar su expansión a nuevas áreas, frenando así el impacto de la invasión en la biodiversidad de la zona.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Secció de Protecció d'Espècies y a els Espais de Natura Balear de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears su buena predisposición para llevar a cabo este estudio en el Parque de s'Albufera des Grau de Menorca mediante la expedición de las autorizaciones pertinentes para el muestreo y captura de especímenes en el Parque (referencia: CAP 02/2011). También queremos agradecer a K. Gómez su mediación ante los miembros responsables de la Conselleria de Medi Ambient de les Illes Balears para pedir las autorizaciones de muestreo en el Parque. Al Dr. X. Espadaler por su ayuda en la identificación de las especies y en la elaboración de este trabajo. Al Dr. J. M. Bas por su ayuda en la identificación de las especies de aves más susceptibles de ser afectadas por la invasión en el Parque de s'Albufera des Grau. Al Dr. Joan Font, por su ayuda en la identificación de las especies de plantas mirmecócoras del Parque. Y a A. Rodríguez por su inestimable colaboración en la planificación y ayuda de los muestreos, sobretodo para los de la Illa de Colom.

Este estudio ha sido financiado por el MICINN y UE-FEDER (referencia CGL2010-16451).

Bibliografía

- 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**: 1230-1248.
- BOND, W. & SLINGSBY, P. 1984. Collapse of an ant-plant mutualism: the Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorous Proteaceae. *Ecology*, **65**: 1031-1037.
- CAGNIANT, H. 1996. Étude des populations d'*Aphaenogaster* (supersp.) *praedo* Em. du Maroc. Nouvelles localités d'*Aphaenogaster* marocaines. *Camponotus ruber* Forel, 1894 bona species. (Hymenoptera, Formicidae). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, **121**: 237-254.
- 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. 2001. Repercusión de la hormiga argentina (*Linepithema humile*) en el Parque Nacional de Doñana. Tesis doctoral, Universidad de Córdoba, 186 pp.
- CARPINTERO, S., J. REYES-LÓPEZ, & ARIAS DE REYNA, L. 2005. Impact of Argentine ants (*Linepithema humile*) on an arboreal ant community in Doñana National Park, Spain. *Biodiversity and Conservation* **14**:151-163.
- 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.
- COLLINGWOOD, C.A. & YARROW, I.H.H. 1969. A survey of Iberian Formicidae. *EOS (Revista Española de Entomología)*, **44**: 53-101.
- COMÍN DEL RÍO, P. & DE HARO VERA, A. 1980. Datos Iniciales para un Estudio Ecológico de las Hormigas de Menorca (Hym. Formicidae). *Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares*, **24**: 23-28.
- DONNELLY, D. & GILMEE, 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.
- GIRAUD, T., PEDERSEN, J.S. & KELLER, L. 2002. Evolution of supercolonies: the Argentine ants of southern Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, **99**: 6075-6079.
- GÓMEZ, K. & ESPADALER, X. 2005. La Hormiga Argentina (*Linepithema humile*) en las Islas Baleares. Listado preliminar de las hormigas de las Islas Baleares. Documentos Técnicos de Conservación, II época, 13. Conselleria de Medi Ambient, 68 pp.
- GÓMEZ, K. & ESPADALER, X. 2006. Exotic ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Balearic Islands. *Myrmecologische Nachrichten*, **8**: 225-233.
- GÓMEZ, C. & OLIVERAS, J. 2003. Can the Argentine ant (*Linepithema humile*, Mayr) replace native ants in myrmecochory? *Acta Oecologica*, **24**: 47-53.
- GÓMEZ, C., PONS, P. & BAS, J.M. 2003. Effects of the Argentine ant *Linepithema humile* on seed dispersal and seedling emergence of *Rhamnus alaternus*. *Ecography*, **26**: 532-538.
- GUILLEM, R. 2009. A survey of the ants of Minorca (Hymenoptera: Formicidae) with two new species for the island: *Hypoponera punctatissima* (Roger, 1859) and *Temnothorax algericus* (Forel, 1894). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **33 (3-4)**: 447-460.
- 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

- HÖLDOBLER, B. & WILSON, E.O. 1990. The ants. Harvard University Press. Cambridge. Massachusetts.
- HOLWAY, D.A. 1998. Factors governing rate of invasion. A natural experiment using Argentine ants. *Oecologia*, **115**: 206-212.
- HOLWAY, D.A., LACH, L., SUAREZ, A.V., TSUTSUI, N.D. & CASE, T.J. 2002a. The causes and consequences of ant invasions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **33**: 181-233.
- HOLWAY, D.A., SUAREZ, A. & CASE, T.J. 2002b. Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: a test with Argentine ants. *Ecology*, **83**: 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*, **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.
- HUXEL, G.R. 2000. The effect of the Argentine ant on the threatened valley elderberry longhorn beetle. *Biological Invasions*, **2**: 81-85.
- KRUSHELNYCKY, P. & REIMER, N.J. 1996. Efforts at Control of the Argentine Ant in Haleakala National Park, Maui, Hawaii. Technical Report 109, 36pp.
- KRUSHELNYCKY, P. & JOE, S. 1997. HNIS report for *Linepithema humile*. Hawaiian Ecosystems at Risk Project, HNIS: 1-8.
- LAACKONEN, J., FISHER, R. & CASE, T.J. 2001. Effect of land cover, habitat fragmentation and ant colonies on the distribution and abundance of shrews in southern California. *Journal of Animal Ecology*, **70**: 776-788.
- MAJER, J.D. 1994. Spread of Argentine ants (*Linepithema humile*), with special reference to Western Australia in: Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species, (ed. by, D.F. Williams), pp. 163-173. Westview Press, Boulder, Colorado, USA.
- MARKIN, G.P. 1970. Foraging behavior of the Argentine ant in a California citrus grove. *Journal of Economic Entomology*, **63**: 740-744.
- NEWELL, W. & BARBER, T.C. 1913. The Argentine ant. USDA. Bureau of Entomology Bulletin 122: 1-98 pp.
- PASSERA, L., 1994. Characteristics of tramp species in: Exotic Ants: Biology, Impact and Control of Introduced Species. (ed. by, D.F. Williams), pp. 23-43. Westview Press, Boulder, Colorado, USA.

- REYES LÓPEZ, J.L. & LUQUE GARCÍA, G. 2003. Nuevas citas de *Monomorium andrei* SAUNDERS, 1980 (Hymenoptera: Formicidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **27**: 221-222.
- ROCA, J. 2005. Efectes de la formiga argentina (*Linepithema humile*) en la reproducció i condició física de la mallarenga blava (*Parus caeruleus*). pp 7-8. Notícies de l'ICHN 59 (Maig-Juny).
- ROURA-PASCUAL, N., SUAREZ, A.V., GÓMEZ, C., PONS, P., TOUYAMA, Y., WILD, A.L. & PETERSON, A.T. 2004. Geographical potential of Argentine ants (*Linepithema humile* Mayr) in the face of global climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **271**: 2527-2534.
- SEIFERT, B. 1988. A taxonomic revision of the *Myrmica* species of Europe, Asia Minor, and Caucasus (Hymenoptera, Formicidae). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*, **62**: 1-75.
- SEIFERT, B. 1992. A Taxonomic Revision of the Palaearctic Members of the Ant subgenus *Lasius* s. str (Hymenoptera: Formicidae). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*, **5**: 1-67.
- 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., RICHMOND, J.Q. & CASE, T.J. 2000. Prey selection in horned lizards following the invasion of the Argentine ants in southern California. *Ecological Applications*, **10**: 711-725.
- SUAREZ, A.V., HOLWAY, D.A. & CASE, T.J. 2001. Patterns of spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: insights from Argentine ants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, **98**: 1095-1100.
- SUAREZ, A. V., AND T. J. CASE. 2002. Bottom-up effects on persistence of a specialist predator: ant invasions and horned lizards. *Ecological Applications*, **12**:291-298.
- SWOBODA, L.; MILLER, D. (2003). Argentine Ant. Virginia Cooperative Extension: Entomology, Publication 445-285: 1-2
- TSUTSUI, N.D., SUAREZ, A.V., HOLWAY, D.A. & CASE, T.J. 2000. Reduced genetic variation and the success of an invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, **97**: 5948-5953.
- 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.

- VISSER, D., WRIGHT, M.G. & GILLOMEE, J.H. 1996. The effect of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae), on flower-visiting insects of *Protea nitida* Mill. (Proteaceae). *African Entomology*, **4**: 285-287.
- WARD, P.S. 1987. Distribution of the introduced Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) in natural habitats of lower Sacramento Valley and its effects on the indigenous ant fauna. *Hilgardia*, **55**: 1-16.
- WAY, M.J., CAMMELL, 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.
- WHEELER, W.M. 1926. Ants of the Balearic Islands. *Folia Myrmecologica et Termitologica*, **1**: 1-6.

APÉNDICE I

Especies de aves que se reproducen en el Parque Natural de s'Albufera des Grau y que por su dieta insectívora estricta podrían verse afectadas a causa de la invasión por hormiga argentina.

Especie	Protección Legal
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Acrocephalus melanopogon</i>	RD439/1990, BERNA, D.AUS
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Cettia cetti</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Cisticola juncidis</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Cuculus canorus</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Jynx torquilla</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Locustella lusciniodes</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Luscinia megarhynchos</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Monticola solitarius</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Muscicapa striata subsp. balearica</i>	RD439/1990, BERNA, BONN
<i>Parus major</i>	RD439/1990, BERNA

<i>Regulus ignicapillus balearicus</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Saxicola torquata</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Sylvia atricapilla</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Sylvia conspicillata</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Sylvia melanocephala</i>	RD439/1990, BERNA
<i>Sylvia undata</i>	RD439/1990, BERNA, D.AUS
<i>Turdus merula</i>	BERNA
<i>Upupa epops</i>	RD439/1990, BERNA