

Distribució i grau d'invasió de la formiga argentina (*Linepithema humile* Mayr) (Hymenoptera: Formicidae) al Parc Natural de s'Albufera des Grau, Menorca (Illes Balears)

Silvia ABRIL i Crisanto GÓMEZ

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Abril, S. i Gómez, C. 2012. Distribució i grau d'invasió de la formiga argentina (*Linepithema humile* Mayr) (Hymenoptera: Formicidae) al Parc Natural de s'Albufera des Grau, Menorca (Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 55: 63-73. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

La formiga argentina és una espècie exòtica invasora present a tots els ecosistemes mediterranis i subtropicals de tot el món. Es troba fortament lligada a zones urbanes o amb cert grau de perturbació antròpica, tot i que també és capaç d'envair zones naturals causant una greu afectació a la biodiversitat de la zona envaïda. A Menorca, la primera cita de la seva presència data del 1976. Al 2004 se la va detectar per primera vegada envaïnt una zona natural a l'illa, el Parc Natural de s'Albufera des Grau. L'objectiu d'aquest estudi és el de determinar la distribució i grau d'invasió d'aquesta espècie al Parc. Es van mostrejar 97 parcel·les d'1 ha en 8 zones diferents del Parc. D'aquestes, tan sols 15 es van trobar envaïdes per la formiga argentina, mostrant diferents graus d'invasió. Així mateix també es van detectar 4 fronts d'invasió. La presència i grau d'afectació de la plaga al Parc de s'Albufera des Grau sembla estar vinculada a quatre factors: 1) grau de cobertura arbòria, 2) proximitat a zones urbanes o amb cert desenvolupament urbanístic, 3) grau de freqüentació antròpica i 4) proximitat a zones humides. Els resultats d'aquest estudi permeten obtenir informació de base per tal d'elaborar estudis que permetin avaluar l'afectació real de la invasió en la biodiversitat de la zona.

Paraules clau: *formiga argentina, invasió zones naturals, Menorca, Parc Natural de s'Albufera des Grau.*

DISTRIBUTION AND DEGREE OF INVASION OF THE ARGENTINE ANT (*Linepithema humile* Mayr) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) IN THE S'ALBUFERA DES GRAU NATURAL PARK OF MINORCA (BALEARIC ISLANDS). The Argentine ant is an exotic invasive species present in all the Mediterranean and subtropical ecosystems of the world. It is closely associated to urban and human-disturbed areas, even though it can also invade natural areas causing a strong negative effect in the biodiversity of the invaded area. In Menorca, the first record of its presence was in 1976. In 2004 it was detected for the first time invading a natural area in the island, the s'Albufera des Grau Natural Park. The aim of this work is to determine both the distribution and degree of invasion of this species into the Park. To that effect, we sampled a total of 97 plots of 1 ha at 8 different areas across the Park. Of these, only 15 resulted invaded by the Argentine ant with different degrees of invasion. Additionally, we also detected 4 forefronts of invasion. Both the presence and degree of invasion into the s'Albufera des Grau Natural Park seems to be related to four factors: 1) degree of canopy cover, 2) proximity to urban or certain urban development areas, 3) degree of anthropic frequentness and 4) proximity to humid areas. The results obtained in this study allow getting basic information to elaborate further research about the real effects of the invasion in the biodiversity of the area.

Keywords: Argentine ant, invasion in natural areas, Minorca, s'Albufera des Grau Natural Park.

Silvia ABRIL, Àrea de Biologia Animal, Departament de Ciències Ambientals, Facultat de Ciències de Girona, Universidad de Girona, Grup de recerca PECAT, Campus Montilivi s/n, 17007, Girona; e-mail silvia.abril@udg.edu; Crisanto GÓMEZ, Àrea de Biologia Animal, Departament de Ciències Ambientals, Facultat de Ciències de Girona, Universidad de Girona, Grup de recerca PECAT, Campus Montilivi s/n, 17007, Girona.

Recepció del manuscrit: 15-jul-12; revisió acceptada: 21-oct-12

Introducció

Les formigues són un dels grups animals més abundants i diversos de tot el regne animal. En conjunt s'estima que d'entre un 10 i un 15 per cent del total de la biomassa animal del planeta són formigues (Hölldobler i Wilson, 1990). El seu paper ecològic a l'ecosistema terrestre és clau, ja que actuen com a depredadores, carronyeres, detritívores i granívores (Hölldobler i Wilson, 1990). També funcionen com a espècies clau de diferents processos ecològics com la dispersió de llavors o la pol·linització, així com també són importants agents en la redistribució de nutrients i renovació i aireig del sòl (Hölldobler i Wilson, 1990).

La introducció accidental de formigues mitjançant el comerç en zones on aquestes no es troben presents pot motivar l'aparició d'invasions biològiques en aquelles espècies que siguin fortament adaptables. Seria el cas de la formiga argentina (*Linepithema humile* Mayr), considerada per la ISSG (Invasive Species Specialist Group, www.issg.org/database/welcome) una de les 100 pitjors espècies invasores del món.

La formiga argentina és originària d'Amèrica del Sud (Tsutsui *et al.*, 2001) i gràcies al transport humà ha aconseguit envair ecosistemes mediterranis i subtropicals de tot el món (Passera, 1994; Suárez *et al.*, 1998; 2001; Roura-Pascual *et al.*,

2004). Presenta una gran predilecció per zones humanitzades i alterades (Suarez *et al.*, 1998), les quals funcionen com a focus d'invasió cap a zones naturals (Cole *et al.*, 1992; Human i Gordon, 1996; Holway, 1998; Carpintero *et al.*, 2005; Gómez *et al.*, 2003). L'efecte ecològic de la invasió en aquestes zones ha estat profundament estudiat en tot el món. L'efecte més immediat i evident és el desplaçament de gairebé totes les espècies de formigues natives presents a les àrees afectades (Donnelly i Giliomee, 1985; Ward, 1987; Majer, 1994; Cammell *et al.*, 1996; Human i Gordon, 1996; 1997; 1999; Way *et al.*, 1997; Suarez *et al.*, 1998; Gómez *et al.*, 2003) a causa de la superioritat numèrica de la formiga argentina respecte la resta d'espècies de formigues, cosa que li permet trobar el recurs i monopolitzar-lo molt més ràpidament (Human i Gordon, 1996; Oliveras *et al.*, 2005). D'aquesta manera, aquesta espècie exòtica aconsegueix, a través de la competència per explotació i interferència (Hölldobler i Wilson, 1990), fer desaparèixer les espècies de formigues natives de les zones afectades. A més de l'efecte sobre la mirmecofauna de les zones afectades, aquesta espècie invasora també està implicada en la disminució de la diversitat i abundància d'altres espècies d'invertebrats a través de la depredació directa o de la competència pel recurs (Cole *et al.*, 1992; Human i Gordon, 1997; Bolger *et*

al., 2000; Huxel, 2000). El desplaçament d'aquests artròpodes implica sovint una repercussió negativa sobre processos ecològics fonamentals com la pol·linització (Visser *et al.*, 1996) o la dispersió de llavors (Bond i Slingsby, 1984; Gómez i Oliveras, 2003), i fins i tot s'ha vist que pot arribar a afectar a espècies situades a escales tròfiques superiors. Un exemple en seria la reducció de poblacions de vertebrats insectívors com la musaranya gris *Notiosorex crawfordi* (Coues) (Laakkonen *et al.*, 2001) o el llangardaix cornut de Califòrnia, *Phrynosoma coronatum blainvillei* Gray (Suárez *et al.*, 2000; Suarez i Case, 2002), les quals es veuen afectades per la invasió de formiga argentina a causa de la disminució en la població d'artròpodes dels quals s'alimenten.

A Menorca, la primera cita de la presència de la formiga argentina va ser l'any 1976 (Comín, 1977; 1988), tot i que es pensa que la seva introducció es va produir al mateix temps que a Mallorca, als anys 50 i a través del port de Maó (Comín i de Haro, 1980). L'any 2004 es va detectar per primera vegada al Parc Natural de s'Albufera des Grau, sobretot al voltant del centre d'interpretació (Gómez i Espadaler, 2005). Gómez i Espadaler (2005) van informar de la necessitat de controlar la invasió en aquesta zona natural, ja que diagnosticaren l'afectació de la invasió com de molt greu a l'illa. Des de llavors i fins l'actualitat, no hi ha constància de cap tipus d'estudi relacionat amb l'afectació de la invasió al Parc malgrat els múltiples efectes negatius que aquesta espècie invasora pot estar produint en la biodiversitat de la zona. La gestió de la invasió en una zona d'elevada importància natural com seria el Parc Natural de s'Albufera des Grau depèn de

la ubicació i grau d'invasió de la plaga al Parc. Per aquest motiu, el principal objectiu d'aquest estudi és el de determinar la distribució i el grau d'invasió de la formiga argentina a s'Albufera des Grau. Aquesta informació pot ser de gran utilitat a l'hora de dissenyar nous estudis encarats a controlar o prevenir la invasió i/o determinar el grau d'afectació de l'espècie sobre la biodiversitat de la zona.

Materials i mètodes

S'Albufera des Grau es troba situada a la part nord-oriental de l'illa de Menorca. Va ser declarada Parc Natural l'any 1995. Al 2003 es va afegir la reserva marina i es va ampliar la superfície terrestre, assolint una totalitat actual de 5.067 hectàrees. La seva importància natural es troba vinculada especialment a les zones de gran interès botànic que conté i també a la seva importància com a refugi d'una gran diversitat d'aus (Sans, 2007). Una altra part rellevant del Parc és l'illa d'en Colom, que conserva molts endemismes botànics i faunístics.

Menorca també compta amb 19 zones declarades pel Govern Balear com àrees naturals d'especial interès (ANEI), i nombrosos llocs d'importància comunitària (LIC) i zones d'especial interès per a les aus (ZEPA) repartits per tota l'illa. Aquestes àrees juntament amb el Parc ocupen el 43,5% del territori insular, de manera que gairebé la meitat de l'illa es troba sota alguna figura de protecció oficial. Menorca va ser declarada Reserva de la Biosfera de la Unesco al 1993, integrant part de la Xarxa Mundial de Reserves de la Biosfera.

Es van mostrejar un total de 8 zones diferents dins el Parc (Fig. 1). Les zones

van ser seleccionades tenint en compte les categories de zonificació descrites al PRUG (Pla Rector d'Ús i Gestió) del Parc Natural de s'Albufera des Grau i de les reserves naturals de les Illes des Porros, s'Estany, la Bassa de Morella, es Prat i l'Illa d'en Colom. Les zones escollides estaven dins les tres principals àrees de protecció definides pel PORN (Pla d'Ordenació dels Recursos Naturals) del Parc: àrea de protecció estricta, àrea de conservació predominant i àrea de conservació.

Cada zona es va parcel·lar mitjançant quadrícules d'1 ha aproximadament, sumant un total per totes 8 zones de 100 parcel·les.

Entre juliol i agost de 2011 es va visitar cada una de les parcel·les a fi de determinar-ne la presència o absència de

formiga argentina. Les visites consistien en mostrejos observacionals de 15 minuts de durada dins cada una de les parcel·les. Es buscava a tots els llocs susceptibles de ser habitats per formigues (escorces d'arbres, sota pedres o fusta o fullaraca, al peu dels arbres, arbustos o plantes herbàcies...), així com també la busca de pistes de farratge al terra o tronc d'arbres o arbustos.

Es van mostrejar diferents biòtops. Els més característics en espadats eren la comunitat de socarrells (*Anthyllis hystrix* (Barceló) Cardona & al.; *Astragalus balearicus* Chater; *Dorycnium fulgurans* (Porta) Lassen; *Femeniasia balearica* (Rodríguez) Susanna i *Launaea cervicornis* (Boiss) F.Q. et Rothm), la comunitat de marina menorquina dominada pel llentiscle (*Pistacia lentiscus*

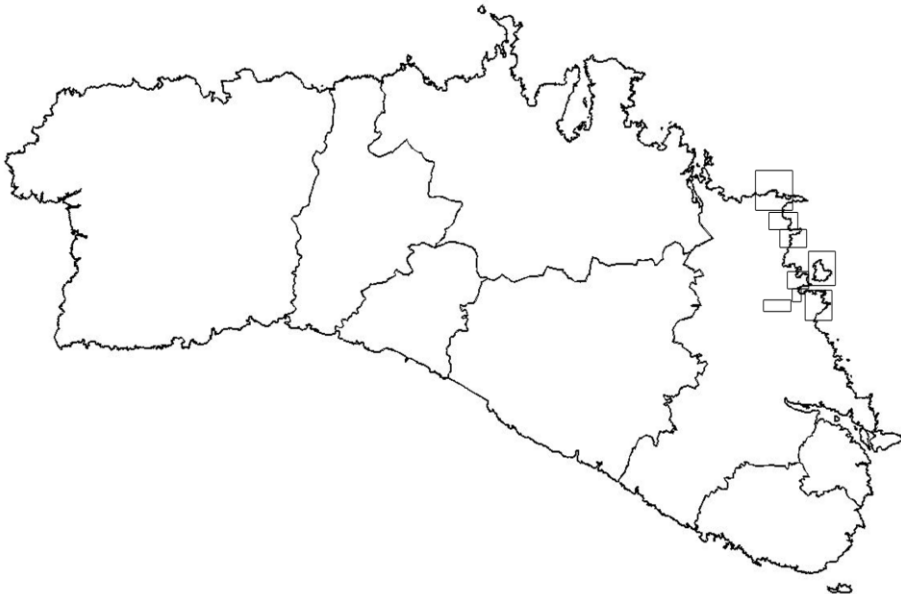


Fig. 1. Zones de mostreig al Parc Natural de s'Albufera des Grau.
Fig. 1. Sampling sites along the s'Albufera des Grau Natural Park.

(Mastic)), el bruc (*Erica multiflora* L.) i el romani (*Rosmarinus officinalis* Linn.) i la comunitat de marina d'aladern menorquí (*Phillyrea latifolia* var *rodriguezii* (P. Monts). També es varen mostrejar comunitats dunars amb predominança del card marí (*Eryngium maritimum* L.) i el lliri de mar (*Pancreatum maritimum* L.), i en sistemes ben desenvolupats, savinars dominats per la sabina (*Juniperus phoenicea* L.). A les zones de la llacuna de s'Albufera i la Bassa de Morella es varen mostrejar comunitats típiques de zones humides amb presència de joncs (*Juncus acutus* L.) canyís (*Phragmites australis* (Cav.)), tamarells (*Tamarix africana* Poiret) i vegetació halòfita com les salicòrnies. En zones properes al mar exposades al Sol i al vent s'hi van mostrejar ullastrars (*Olea europaea* var. *sylvestris* (Miller)), i en menor grau boscos mixtos d'alzina (*Quercus ilex* L.) i pi blanc (*Pinus halepensis* Mill.).

Un cop determinada la presència o absència de formiga argentina a les parcel·les mostrejades a l'anterior apartat, es va determinar el grau d'invasió a les parcel·les envaïdes mitjançant dos transectes a l'atzar de 30 metres. Es van situar esquers cada dos metres, assolint un total de 30 estacions de monitoratge per parcel·la envaïda. Els esquers van consistir en una barreja de melmelada i oli de girasol de llaunes de tonyina en conserva. Els esquers es van visitar una hora més tard, i es van anotar el nombre i espècie de formigues per esquer. En el cas d'esquers amb més de 100 obreres, tan sols s'anotava que l'abundància superava la centena d'individus.

Es van categoritzar les dades obtingudes aplicant un valor d'1 a 6 (1 menor grau d'invasió; 6 major grau d'invasió) depenent del nombre d'obreras a cada esquer. D'aquesta manera, el grau 1

corresponia a un valor d'entre 0 i 20 obreres; el grau 2: 20-40 obreres; el grau 3: 40-60 obreres; el grau 4: 60-80 obreres; el grau 5: 80-100 obreres i el grau 6: > 100 obreres. Una vegada categoritzat el nombre d'obreras per esquer es va calcular la mitjana pels dos transectes, el valor del qual constituïa l'estima del grau d'invasió de cada parcel·la envaïda.

Resultats

Distribució de la invasió de formiga argentina al Parc de s'Albufera des Grau

Es van mostrejar un total de 97 parcel·les de les 100 inicialment planejades a causa de la inaccessibilitat de 3 d'elles (Fig. 2G). D'aquestes, només es va detectar presència de formiga argentina a 15 (Fig. 2B, E, F, G). La presència de l'espècie invasora en aquestes parcel·les sembla lligada al grau de freqüentació de la zona així com a la presència de cobertura arbòria.

Grau d'invasió de la formiga argentina

Es van detectar diferents graus d'invasió a les diferents parcel·les mostrejades amb presència de formiga argentina (Fig. 2).

La zona envaïda de la Bassa de Morella presenta un nivell d'invasió moderat (Fig. 2B). Així mateix, la zona envaïda a prop de la urbanització des Grau (Fig. 2G), també presenta un nivell d'invasió lleu-moderat. En aquesta zona, la invasió sembla procedir de la urbanització introduint-se cap a la zona sense urbanitzar ubicada a l'est, en la qual s'hi pot trobar un dels quatre fronts d'invasió detectats en aquest estudi.

La resta de zones envaïdes es trobaven pròximes a les àrees humides i canyissars

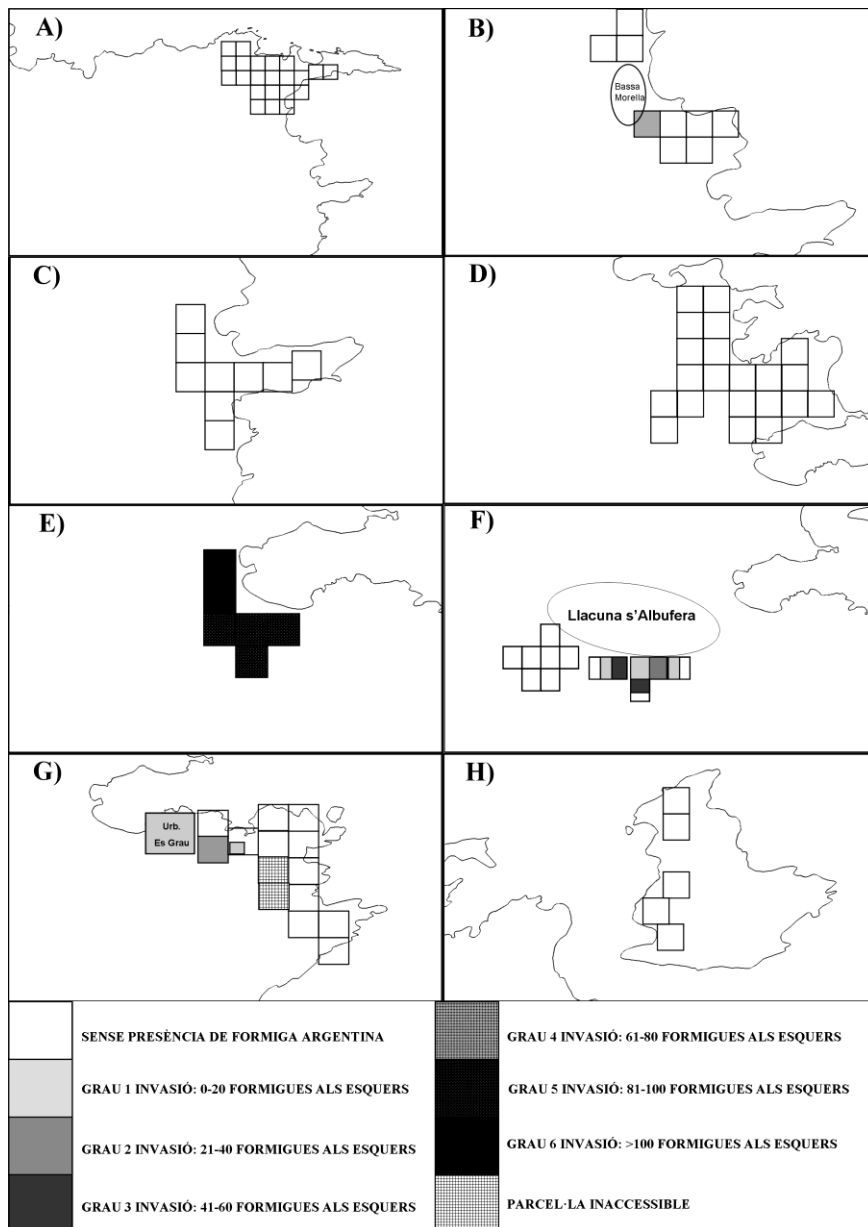


Fig. 2. Grau d'invasió de la formiga argentina a les 8 zones mostrejades del Parc.
Fig. 2. Degree of invasion of the Argentine ant at each of the sampling sites of the Park.

del Parc (Fig. 2E, F). Aquestes zones coincideixen plenament amb els itineraris de senderisme per a l'observació d'aus (itineraris 1 i 2) del Parc. La invasió en aquesta zona sembla que es troba en perillosa expansió, tant en direcció est com oest, cosa que demostren els diferents fronts d'invasió detectats en aquestes parcel·les (Fig. 2F). Pel què fa a l'itinerari 3 del Parc, el qual passa per darrera de la platja des Grau, és el que presenta un grau més elevat d'invasió (Fig. 2E).

Quant a la darrera àrea de protecció estricta mostrejada, s'Illa de Colom, els resultats obtinguts en aquest estudi indiquen que no hi ha presència de la invasió a aquesta zona, probablement a causa del seu aïllament (tan sols s'hi pot arribar per mar), fet que limita la seva freqüentació, i per tant, probabilitats d'invasió (Fig. 2H).

Discussió

La presència de la formiga argentina al Parc Natural de s'Albufera des Grau de Menorca es va detectar per primera vegada l'any 2004 per Gómez i Espadaler (2005). La van ubicar en gran abundància a zones properes al centre d'interpretació de la reserva i a una zona de pinedes i dunes, probablement la que es troba ubicada darrera la platja de es Grau. Cinc anys més tard, Guillem (2009) afirma que la va trobar "per totes parts dins la reserva i especialment a l'entrada del Parc". Els resultats d'aquest estudi, en canvi, indiquen que, si bé la formiga argentina es presenta en gran abundància en determinades zones del Parc (sobretot en les citades als dos estudis anteriors), en realitat la seva presència és inesperadament escassa. Així, de 97 parcel·les visitades, només se l'ha detectat

en 15. D'altra banda, la invasió es troba estretament associada a l'activitat humana, envaint sobretot ambients ecològicament degradats (urbanitzacions, ciutats, pobles, finques, camps de golf, etc.) (Comín del Río i de Haro, 1980; Gómez i Espadaler, 2005; Guillem, 2009). En conjunt, totes aquestes zones actuen com a reservori de la plaga i potencials focus d'expansió a zones naturals properes. Malgrat tot, els resultats obtinguts en aquest estudi semblen indicar que la formiga argentina té una gran dificultat per envair zones naturals poc alterades, ja que no se l'ha trobat en zones naturals allunyades de nuclis urbans dins el Parc. Aquest patró d'invasió també s'ha observat al Parc Nacional de Doñana, on l'expansió de la invasió fora de zones habitades es veu limitada fonamentalment pel caràcter xerofític de la zona (Carpintero, 2001). Fora de la Península Ibèrica també s'ha observat aquesta tendència, concretament a Arizona, on la invasió es troba fortament associada a zones amb desenvolupament urbanístic sense endinsar-se a zones naturals a causa de la intolerància de l'espècie per les zones àrides (Suarez *et al.*, 2001). Així, les poques zones naturals envaïdes per l'espècie al Parc es troben en zones amb una superior humitat del sòl proporcionada o bé per la proximitat de zones humides, o bé per la presència de cobertura arbòria, la qual sembla ser que actua com a regulador de la humitat del sòl a nivells acceptables per la supervivència de l'espècie (Díaz *et al.* en premsa). D'altra banda, la proximitat a zones urbanes o finques, les quals funcionen com a focus de la invasió cap a zones naturals properes, també propiciarien la invasió a zones naturals del Parc. D'aquesta manera, els factors claus que propiciarien la presència i expansió de la plaga al Parc Natural de s'Albufera des Grau serien

quatre: 1) grau de cobertura arbòria, 2) proximitat a zones urbanes o amb cert desenvolupament urbanístic, 3) grau de freqüentació antròpica i 4) proximitat a zones humides. Així, el grau d'invasió dependrà bàsicament de la combinació d'aquests quatre factors. El màxim grau d'invasió detectat en aquest estudi (el de la pineda situada darrera la platja des Grau), presentaria els quatre factors, fet que explicaria l'elevada afectació de la invasió en aquesta zona.

Així doncs, i tenint en compte els resultats obtinguts en aquest estudi, semblaria que el nivell d'afectació de la formiga argentina al Parc de s'Albufera des Grau seria més aviat baix tenint en compte que n'afecta només una petita part. Però si tenim en compte la importància natural de les zones envaïdes, hauriem de considerar la invasió com una greu pertorbació natural al Parc per diverses raons. En primer lloc aquestes zones presenten una gran importància natural perquè contenen diverses espècies de flora protegida i també perquè funcionen com a reservori natural d'aus hivernants i nidificants. La formiga argentina pot afectar negativament la condició física dels polls d'aus insectívores en desplaçar als artròpodes dels quals s'alimenten (Roca, 2005), així com depredar polls al propi niu en zones amb un elevat grau d'invasió (Newell i Barber, 1913; Swoboda i Miller, 2003). En definitiva, totes aquestes evidències indiquen que la presència de formiga argentina en aquestes zones protegides del Parc podrien provocar un impacte negatiu en aus protegides, sobretot en aquelles nidificants que aportin insectes als polls en època reproductora.

D'altra banda, el seu efecte en la comunitat d'artròpodes també podria repercutir negativament en altres vertebrats protegits de les illes amb

alimentació bàsicament insectívora tal i com ha passat en zones de Califòrnia amb el llargardaix cornut (*Phrynosoma coronatum blainvillei* Gray) (Suarez *et al.*, 2000; Suarez i Case, 2002). Seria el cas del mamífer endèmic balear *Crocidura suaveolens balearicus*. Pel que fa a la sargantana balear (*Podarcis lilfordi balearica*; *Podarcis lilfordi addaiae* i *Podarcis lilfordi carbonerae*), la seva dieta bàsicament insectívora també la fa vulnerable a la invasió de formiga argentina. El fet que aquesta espècie es trobi actualment present únicament en illots perifèrics de les illes de Mallorca i Menorca implica que la repercussió de la formiga argentina es produiria tan sols a nivell dels illots que poguessin resultar infectats per la invasió. En el cas concret de l'Illa d'en Colom, la qual ha resultat no estar envaïda per la formiga, la gestió de la zona s'hauria d'encarar a la vigilància periòdica i prevenció per evitar-ne l'entrada. Aquestes accions ajudarien a protegir-ne l'entorn i sobretot les poblacions de sargantana balear que s'hi troben presents. També s'ha detectat un efecte negatiu de la invasió en insectes pol·linitzadors, que es veuen desplaçats en monopolitzar les plantes de les quals obtenen el seu aliment. En alguns casos fins i tot s'ha arribat a observar la depredació directa d'abelles de l'espècie *Hylaeus volcanica* per part de la formiga argentina a Hawaii (Cole *et al.*, 1992). En aquest cas, qualsevol planta amb pol·linització mitjançant insectes pot veure's afectada per la invasió, així com també les poblacions dels propis insectes pol·linitzadors. Existeixen tres espècies d'himenòpters pol·linitzadors al Parc de s'Albufera des Grau que en ser endèmiques de les Illes Balears són considerades espècies de fauna prioritària i d'interès natural segons el PRUG:

Anthopora balearica, *Chalicodoma sicula balearica* i *Eucera numida balearica*. Totes tres poden veure's també afectades per la invasió de formiga argentina al Parc, o bé per la depredació directa sobre els individus com en el cas de l'espècie *Hylaeus volcanica*, o bé per competència indirecta pel recurs.

En general, el caràcter insular i la fragilitat dels seus ecosistemes fan que les conseqüències de la presència i expansió de la formiga argentina al Parc de s'Albufera des Grau de Menorca puguin fins i tot ser més greus que les descrites per a zones continentals envaïdes. Per aquest motiu, es fa indispensable la realització d'estudis que avaluin l'impacte real de la invasió sobre els ecosistemes envaïts, sobretot pel que fa a espècies protegides.

En conclusió, els resultats d'aquest estudi aporten informació de base per a la realització d'estudis sobre l'efecte de la invasió al Parc gràcies a la detecció de diversos fronts d'invasió i ubicació de les zones actualment envaïdes. La detecció dels fronts d'invasió en particular també permetria poder dur a terme estudis sobre la dinàmica d'expansió de la invasió. Aquests estudis poden ser molt útils per avaluar l'efecte de la gestió de la plaga en aquestes zones, ja que permetria poder detectar variacions en el seu ràtio d'expansió.

Agraïments

Volem agrair a la Secció de Protecció d'Espècies i als Espais de Natura Balear de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears l'expedició de les llicències pertinents per al mostreig i captura d'espècimens al Parc (referència: CAP 02/2011). També volem agrair a K.

Gómez la seva mediació davant els responsables de la Conselleria de Medi Ambient de les Illes Balears per tal de sol·licitar les autoritzacions pertinents. A A. Rodríguez per la seva col·laboració en la planificació i mostreig d'aquest estudi.

Aquest estudi ha estat finançat pel MICINN i UE-FEDER (CGL2010-16451).

Bibliografia

- Bolger, D.T., Suarez, A.V., Crooks, K.R., Morrison, S.A. i Case, T.J. 2000. Arthropods in urban habitat fragments in southern California: area, age and edge effects. *Ecol. Appl.*, 10: 1230-1248.
- Bond, W. i Slingsby, P. 1984. Collapse of an ant-plant mutualism: the Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorous Proteaceae. *Ecology*, 65: 1031-1037.
- Cammell, M.E., Way, M.J. i Paiva, M.R. 1996. Diversity and structure of ant communities associated with oak, pine, eucalyptus and arable habitats in Portugal. *Insectes Soc.*, 43: 37-46.
- Carpintero, S. 2001. *Repercusión de la hormiga argentina (Linepithema humile) en el Parque Nacional de Doñana*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Inèdita.
- Carpintero, S., Reyes-López i Arias de Reyna, L. 2005. Impact of Argentine ants (*Linepithema humile*) on an arboreal ant community in Doñana National Park, Spain. *Biodiversity Conserv.*, 14: 151-163.
- Cole, F.R., Medeiros, A.C., Loope, L.L. i 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. 1977. *Los Formicidos de Menorca. Contribución al estudio taxonómico, geográfico y biológico*. Tesina de licenciatura, Universidad de Salamanca: 135 pp.
- Comín del Río, P. 1988. *Estudio de los formicidos de Baleares. Contribución al estudio taxonómico, geográfico y biológico*.

- Tesis Doctoral, Universidad de las Islas Baleares, Palma de Mallorca: 457 pp.
- Comín del Río, P. i De Haro Vera, A. 1980. Datos Iniciales para un Estudio Ecológico de las Hormigas de Menorca (Hym. Formicidae). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 24: 23-28.
- Díaz, M., Abril, S., Enríquez, M.L. i Gómez, C. 2013. Where to move when it gets cold: winter nesting sites attractive to the Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecol. News*, 18: 51-58.
- Donnelly, D. i Giliomee, J.H. 1985. Community structure of epigeic ants (Hymenoptera: Formicidae) in fynbos vegetation in the Jonkershoek Valley. *J. Entomol. Soc. South Afr.*, 48: 247-257.
- Gómez, K. i 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, 13. Conselleria de Medi Ambient, 68 pp.
- Gómez, C. i Oliveras, J. 2003. Can the Argentine ant (*Linepithema humile*, Mayr) replace native ants in myrmecochory? *Acta Oecol.*, 24: 47-53.
- Gómez, C., Pons, P. i 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). *Bol. Asoc. Esp. Entomol.*, 33: 447-460.
- Hölldobler, B. i 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.
- Human, K.G., i 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. i Gordon, D.M. 1997. Effects of Argentine ants on invertebrate biodiversity in northern California. *Conserv. Biol.*, 11: 1242-1248.
- Human, K.G. i Gordon, D.M. 1999. Behavioral interactions of the invasive Argentine ant with native ant species. *Insectes Soc.*, 46: 159-163.
- Huxel, G.R. 2000. The effect of the Argentine ant on the threatened valley elderberry longhorn beetle. *Biol. Invasions*, 2: 81-85.
- Laakkonen, J., Fisher, R. i Case, T.J. 2001. Effect of land cover, habitat fragmentation and ant colonies on the distribution and abundance of shrews in southern California. *J. Anim. Ecol.*, 70: 776-788.
- Majer, J.D. 1994. Spread of Argentine ants (*Linepithema humile*), with special reference to Western Australia in: D.F. Williams (ed.). *Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species*. Westview Press, Colorado, USA. 163-173.
- Newell, W. i Barber, T.C. 1913. *The Argentine ant*. USDA. Bureau of Entomology Bulletin 122: 1-98 pp.
- Oliveras, J., Bas, J.M., Casellas, D. i Gómez, C. 2005. Numerical dominance of the Argentine ant vs native ants and consequences on soil resource searching in Mediterranean Cork-oak forest (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 45: 643-658.
- 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.
- 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. i Peterson, A.T. 2004. Geographical potential of Argentine ants (*Linepithema humile* Mayr) in the face of global climate change. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 271: 2527-2534.

- Sans, S. 2007. *La guia del medi ambient de Menorca*. GOB Menorca.
- Suarez, A.V., Bolger, D.T. i Case, J.T. 1998. Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal southern California. *Ecology*, 79: 2041-2056.
- Suarez, A.V. i Case, T.J. 2002. Bottom-up effects on persistence of a specialist predator: ant invasions and horned lizards. *Ecol. Appl.*, 12: 291-298.
- Suarez, A.V., Richmond, J.Q. i Case, T.J. 2000. Prey selection in horned lizards following the invasion of the Argentine ants in southern California. *Ecol. Appl.*, 10: 711-725.
- Suarez, A.V., Holway, D.A. i Case, T.J. 2001. Patterns of spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: insights from Argentine ants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 98: 1095-1100.
- Swoboda, L. i Miller, D. 2003. *Argentine Ant*. Virginia Cooperative Extension: Entomology, Publication 445-285: 1-2
- Tsutsui, N.D., Suarez, A.V., Holway, D.A. i 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. i Giliomee, J.H. 1996. The effect of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae), on flower-visiting insects of *Protea nitida* Mill. (Proteaceae). *Afr. Entomol.*, 4: 285-287.