

FORMIGUES DE LES PLANES DE SON I LA MATA DE VALÈNCIA (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

XAVIER ESPADALER,* XAVIER ROIG,**
K. GÓMEZ*** I F. GARCÍA****

**** Grup de Recerca Biodiversitat Animal. Unitat d'Ecologia i Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra. *xavier.espadaler@uab.es*.

**** Escola de Postgrau. Ciències Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra. *xavier.roig@formigues.cat*.

**** Carrer del General Palafox, 45, escala C, 4t 1a, E-08860 Castelldefels (Barcelona). *kiko@hormigas.org*.

**** Carrer de Sant Fructuós, 113, 3r 3a, E-08004 Barcelona. *chousas2@gmail.com*.

ESPADALER, X.; ROIG, X.; GÓMEZ, K.; GARCÍA, F. (2010). «Formigues de les Planes de Son i la mata de València (Hymenoptera, Formicidae)». A: GERMAIN, J. [cur.]. *Els sistemes naturals de les Planes de Son i la mata de València*. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural. (Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural; 16), p.609-627. ISBN: 978-84-9965-008-1.

Resum

La mirmecofauna de les Planes de Son i la mata de València és molt diversa. Emprant dues metodologies (trampes de caiguda; caça a vista) s'han localitzat 55 espècies de formigues. La segona metodologia és molt més efectiva en la detecció d'espècies. S'ha trobat en dos llocs obreres d'una nova espècie de *Lasius* (*Chthonolasius*), i en un altre lloc, una reina probablement de la mateixa espècie. Una població de *Lasius* (s. str.) queda per determinar específicament ja que no concorda amb cap de les morfologies fins ara descrites a Europa. S'han afegit tres espècies noves per a Catalunya (*Formicoxenus nitidulus*, *Leptothorax muscorum* i *Temnothorax nadigi*) i una segona cita peninsular de *Myrmica vandeli*. Just a la frontera de la zona d'estudi, es capturà una reina de *Camponotus universitatis*, també nova per a Catalunya. La presència de fins a cinc espècies esclavistes, paràsits socials o xenobionts és remarcable i indica un excel·lent estat de conservació de la zona estudiada.

PARAULES CLAU: formigues, *Anergates atratulus*, *Formicoxenus nitidulus*, *Camponotus universitatis*, *Leptothorax muscorum*, *Myrmica vandeli*, *Polyergus rufescens*, *Strongylognathus testaceus*.

Resumen

La mirmecofauna de Les Planes de Son y la mata de València se muestra muy diversa. Usando dos metodologías distintas (trampas de caída y caza a vista) se han censado 55 especies de hormigas. En dos localidades se ha encontrado obreras de una nueva especie de *Lasius* (*Chthonolasius*), y en una tercera, una reina probablemente de la misma especie. Una población de *Lasius* (s. str.) queda por determinar ya que no concuerda con ninguna de las morfologías descritas en el grupo para Europa. Se añaden tres especies a la fauna de Cataluña (*Formicoxenus nitidulus*, *Leptothorax muscorum* i *Temnothorax nadigi*) y una segunda cita peninsular de *Myrmica vandeli*. En la frontera de la zona de estudio se recolectó una reina de *Camponotus universitatis*, también nueva para Cataluña. Es destacable la presencia de cinco especies esclavistas, parásitas o xenobiontes, que indican un excelente estado de conservación de la zona estudiada.

PALABRAS CLAVE: hormigas, *Anergates atratulus*, *Formicoxenus nitidulus*, *Camponotus universitatis*, *Leptothorax muscorum*, *Myrmica vandeli*, *Polyergus rufescens*, *Strongylognathus testaceus*.

Summary

The myrmecofauna of Les Planes de Son and the Mata de València is highly diverse. Fifty-five ant species have been captured using two different methods (pit-fall traps; hand collecting). Workers of a new *Lasius* (*Chthonolasius*) have been recovered from two sites and a queen —probably of the same species—

in a third site. A population of *Lasius* (s. str.) remains unidentified as its morphology does not fit with any described European species. Three species are added to the fauna of Catalonia (*Formicoxenus nitidulus*, *Leptothorax muscorum* and *Temnothorax nadigi*) and a second locality of *Myrmica vandeli* for the Iberian peninsula as well. A queen of *Camponotus universitatis*, also a new species for Catalonia, was collected at the limit of the studied area. The presence of five slave-making, parasitic or xenobiont ant species is remarkable and suggests the area has a high conservation status.

KEYWORDS: ants, *Anergates atratulus*, *Formicoxenus nitidulus*, *Camponotus universitatis*, *Leptothorax muscorum*, *Myrmica vandeli*, *Polyergus rufescens*, *Strongylognathus testaceus*.

1. INTRODUCCIÓ

Hi ha pocs treballs dedicats específicament a l'estudi de formigues al Pirineu (Bernard, 1950; Ovazza, 1950; Soulié, 1962; Espadaler, 1979; Sommer & Cagniant, 1988 i 1989; Bernadou *et al.*, 2006; Espadaler *et al.*, 2008), tot i que hi ha força citacions en localitats isolades (vegeu el catàleg de Ceballos, 1956). Una altra cosa és la validesa d'aquestes dades. En efecte, la taxonomia mirmecològica és un camp de recerca molt actiu i que ha fet aflorar manta espècies en gèneres com ara *Myrmica*, *Tetramorium*, *Lasius* o *Formica*, que tenen una gran representació al Pirineu. Això obliga a considerar amb molta prudència la validesa de les dades anteriors a 1990 i aconsella una revisió crítica de les identifications d'aquells gèneres si el material és disponible. La finalitat del present treball és fer un inventari de les espècies de formigues de la zona d'estudi, les Planes de Son i la mata de València, i avaluar-ne l'estat de conservació.

2. MATERIALS I MÈTODES

Els punts d'estudi foren triats segons la vegetació, i després de fer una prospecció visual de tota la zona. Es va procurar que tots els tipus de vegetació, i un rang ampli d'altitud, fossin inclosos en l'estudi. L'inventari s'ha dut a terme amb dues metodologies diferents (taula 1), cada una amb els seus avantatges i inconvenients, que queden de manifest en considerar els resultats obtinguts amb cada una.

Així, s'ha usat un inventari estructurat (*sensu* Longino & Colwell, 1997) que permet una quantificació i avaluació de la riquesa específica observada i esperada, i una comparació amb altres treballs que usin aquesta metodologia. Hem seguit part del protocol proposat per Agosti *et al.* (2000). Es basa en trampes de caiguda ($n = 20$; 2 cm de diàmetre, 15 cm de fondària; 10 cc d'etilenglicol), separades 10 m i disposades en un transsecte al més lineal possible. Cada transsecte fou establert en un hàbitat homogeni (vegeu més avall), i es va georeferenciar la posició de la trampa 1 de cada transsecte. Les trampes van quedar obertes una setmana. Aquesta metodologia captura aquelles espècies que busquen menjar, o que es desplacen, en superfície. La segona metodologia és la caça a vista, en microhàbitats específics de nidificació d'origen vegetal *in situ* o a terra (sota escorça, dins troncs, branques, branquillons, glans, gales i pinyes a terra o encara a l'arbre) o en esclertes de pedra. Moltes de les espècies que nien en aquests microhàbitats fan desplaçaments molt petits, de l'ordre de desenes de cm (Schlick-Steiner *et al.*, 2006) i són rarament capturades en trampes de caiguda. Aquest segon mètode complementa el primer i permet superar les limitacions dels sistemes passius de mostreig. S'ha aplicat aquest segon mètode en tota ocasió en què ha estat possible, ja sia un cop eren plantades les trampes, quan es recollien, o en visites diverses i ocasionals al llarg dels dos anys d'estudi. S'han establert els següents transsectes (1 a 6) (figura 1):

1. Camí de lo Calvari; avellanosa i roureda, amb arç blanc, cirerer i freixe de fulla gran. 1.204 m; trampa 1: 42° 37' 54" N 1° 6' 20" E; 15-22.06.2006.

TAULA 1. Distribució de les espècies de formigues segons les localitats. En negreta, els transectes analitzats quantitativament. A: altres localitats. Entre parèntesis i per als transectes 1 a 6, espècies capturades només en la caça a vista.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	A
Sf. Dolichoderinae														
<i>Tapinoma erraticum</i> (Latreille)	+		+	+	(+)		+							+
Sf. Myrmicinae														
<i>Anergates atratulus</i> (Schenck)					(+)									
<i>Aphaenogaster gibbosa</i> (Latreille)							+							
<i>Formicoxenus nitidulus</i> (Nylander)											+			
<i>Leptothorax acervorum</i> (Fabr.)		+									+			+
<i>Leptothorax muscorum</i> (Nylander)								(+)						
<i>Messor structor</i> (Latreille)								(+)						
<i>Myrmecina graminicola</i> (Latreille)	+				(+)									
<i>Myrmica lobulicornis</i> Nylander		+												
<i>Myrmica rubra</i> (L.)											+		+	
<i>Myrmica ruginodis</i> Nylander	(+)		+			+		+				+		
<i>Myrmica sabuleti</i> Meinert			+	+				+						
<i>Myrmica scabrinodis</i> Nylander	(+)			+							+	+	+	+
<i>Myrmica schencki</i> Emery			+	+	+									
<i>Myrmica specioidea</i> Bondroit	(+)		+		+									
<i>Myrmica sulcinodis</i> Nylander		(+)												
<i>Myrmica vandeli</i> Bondroit			+	+										
<i>Myrmica wesmaeli</i> Bondroit	+	+				+		+			+			+
<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)								+						
<i>Stenamamma debile</i> (Förster)	+													
<i>Strongylognathus testaceus</i> (Schenck)														+
<i>Temnothorax affinis</i> (Mayr)	(+)													+
<i>Temnothorax albipennis</i> (Curtis)	+				+			+						
<i>Temnothorax angustulus</i> (Nylander)								+	*					
<i>Temnothorax nadigi</i> (Kutter)							+	+						
<i>Temnothorax nigriceps</i> (Mayr)												+		
<i>Temnothorax nylanderi</i> (Förster)	+					+							+	
<i>Temnothorax rabaudi</i> (Bondroit)	+				(+)		+							
<i>Temnothorax tristis</i> (Bondroit)	(+)													
<i>Temnothorax tuberum</i> (Fabricius)						(+)		+						+
<i>Tetramorium caespitum</i> (L.)	+		+	+	+		+	+		+	+	+		+
Sf. Formicinae														
<i>Camponotus aethiops</i> (Latreille)							+							+
<i>Camponotus herculeanus</i> (L.)							+	+	+		+			+
<i>Camponotus ligniperdus</i> (Latreille)	(+)					(+)*	+	+			+			
<i>Camponotus truncatus</i> (Spinola)							+						+	
<i>Formica cunicularia</i> Latreille					+									
<i>Formica decipiens</i> Bondroit														(1)
<i>Formica foreli</i> Bondroit			+	+	(+)						+			
<i>Formica fusca</i> L.	+		+	+	(+)	+		+			+	+		
<i>Formica lemani</i> Bondroit		+									+			+
<i>Formica lugubris</i> Zetterstedt		+							+	+				
<i>Formica pratensis</i> Retzius			+		+		+							

(Continuació)

<i>Formica pressilabris</i> Nylander															(2)
<i>Formica rufibarbis</i> Fabricius	+	+	+	+			+	+							
<i>Formica sanguinea</i> Latreille		(+)	+	+								+			
<i>Lasius alienus</i> (Schenck)	+	+	+	+					+						
<i>Lasius brunneus</i> (Latreille)									(+)					+	
<i>Lasius flavus</i> (Fabricius)	(+)		(+)	(+)	(+)							+	+	+	
<i>Lasius fuliginosus</i> (Latreille)	+	(+)							+						
<i>Lasius grandis</i> Forel	(+)														
<i>Lasius</i> n. sp. 1		+			(+)				*?						
<i>Lasius</i> sp. 2														+	
<i>Lasius niger</i> (L.)														+	
<i>Lasius platythorax</i> Seifert		(+)			+							+	+		
<i>Polyergus rufescens</i> (Latreille)					(+)										
Total		20	6	16	12	15	14	11	12	3	7	13	11	10	

(1) Entre el bosc Negre i el pla de la Font de les Estanyeres, tocant al camí (42° 26' 24" N 1° 4' 24,3" E; 1.870 m).

(2) Pla de la Font de les Estanyeres (42° 36' 3" N 1° 4' 3" E; 1.855 m; població densa).

*: reina. No és prova de la seva nidificació al lloc. ?: aquesta reina sí que es trobava sota una pedra al lloc, però no podem confirmar, de moment, que sigui d'aquesta espècie.

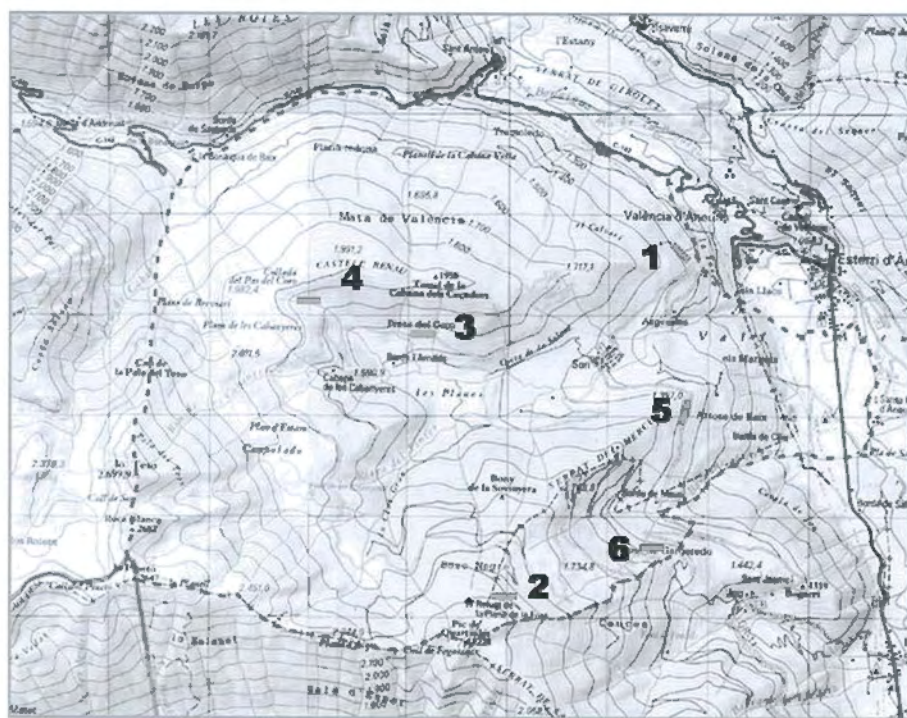


FIGURA 1. Localització dels transectes a la zona d'estudi.

2. Aparcament del refugi de la Plana de la Font; bosc aclarit de pi negre amb neret; 1.960 m; trampa 1: $42^{\circ} 36' 06''$ N $1^{\circ} 4' 37,1''$ E; 15-22.06.2006 (figura 2).

3. Prats del Coro; matollar amb gòdua, esbarzer i ginebró; 1.670 m; trampa 1: $42^{\circ} 37' 18,7''$ N $1^{\circ} 4' 18,8''$ E; 15-22.06.2006 (figura 3). És l'únic transecte disposat en una solana.



FIGURA 2. Pineda de pi negre corresponent al transecte 2.



FIGURA 3. Matollar corresponent al transecte 3.

4. Sota la collada del Pas del Coro; prat amb bedoll i ginebró; 1.780 m; trampa 1: 42° 37' 26,3" N 1° 3' 40,7" E; 15-22.06.2006.

5. Borda de Mauri; prats de dall; 1.250 m; trampa 1: 42° 36' 28" N 1° 6' 11" E; 01-08.06.2007.

6. Bosc de Gargaredo; pineda de pi roig amb sotabosc de boixerola; 1.700 m; 01-08.06.2007.

Adicionalment, s'ha visitat sis llocs on només s'ha aplicat la caça a vista:

7. Carretera que puja de València d'Àneu a Son, trajecte de 2 km de carretera al límit de la zona d'estudi, a partir del km⁶³ de la C-28 (punt final 42° 37' 23" N 1° 06' 11" E a 1.230 m; 14.08.2006).

8. Sota el tossal de la Cabana dels Caçadors. Bosc mixt de pi i bedoll, a 1.760 m (42° 37' 36" N 1° 5' 15" E; 21.09.2006).

9. Sota castell Renau. Pineda molt aclarida a 1.970 m (42° 37' 40" N 1° 3' 58" E; 21.09.2006).

10. Plan d'Estaro. Pineda molt aclarida, a 1.896 m (42° 36' 41" N 1° 03' 50" E; 01.06.2007).

11. La mata de València (planell de la Cabana Vella, a 1.550 m). Aquesta localitat fou visitada (01.06.2007) pels quatre autors. L'interior de l'avetosa demostrà ben aviat que és pràcticament inhabitada per formigues i això feu que ens dediquéssim especialment a les clarianes que s'hi troben. L'inventari es basa en la caça a vista exclusivament.

12. Un transsecte disposat als camps d'Esterrí d'Àneu (42° 37' 07" N 1° 07' 32" E; 950 m; 01-08.06.2007) no ha estat inclòs en l'anàlisi a causa de la pluja que hi hagué mentre les trampes eren obertes i només s'inclouen les dades faunístiques, no quantitatives, de les espècies detectades en trampes i a vista. S'inclou en aquest treball un parell d'espècies localitzades just a la frontera de la zona d'estudi.

13. Clot de les Travesses. Clariana tocant al camí, entre el bosc de Gargaredo i el bosc Negre (42° 36' 0,5" N 1° 5' 21,7" E; 1.860 m; 15.06.2006 i 08.06.2007).

Es diposita una mostra d'obrerres de cada espècie de les censades a la zona estudiada al Museu de Ciències Naturals de Catalunya.

Anàlisi de les dades

S'ha considerat conjuntament les dades de totes les zones per fer comparacions del nombre d'individus per trampa (aplicant abans la transformació rel quadrada per normalitzar els residus, però a les taules es donen els valors reals) i del d'espècies per trampa. També s'ha explorat la correlació entre el nombre d'individus per trampa i d'espècies totals per transsecte i l'altitud. Les dades obtingudes amb les trampes de caiguda permeten una anàlisi quantitativa de la riquesa d'espècies que busquen menjar o es desplacen en superfície, i avaluar la completesa dels inventaris amb estimadors paramètrics i no paramètrics, específicament els desenvolupats per Chao *et al.* (2005) i implementats en el programa d'accés lliure EstimateS (Colwell, 2005). En concret, hem usat els estimadors Chao 2 i Jackknife 2, que tenen en compte el nombre d'espècies que han estat capturades només una (úniques) i dues vegades (duplicades) en un transsecte, i que sem-

bla que són els menys esbiaixats i precisos (Walther & Moore, 2005). Els inventaris també permeten comparar la diversitat i l'estructura de la comunitat d'aquelles espècies en els diferents transectes. Així, la diversitat de la comunitat de formigues s'ha descrit amb els índexs de Simpson i de Shannon-Wiener (Magurran, 2004) usant dues variables: *a*) nombre d'individus per espècie i *b*) nombre de trampes on ha caigut cada espècie (= ocurrència), variable que redueix un possible efecte de reclutament. També s'ha usat el nombre total d'individus per espècie (valor acumulat de les trampes) en cada transecte i s'ha exposat en forma de corbes rang-abundància, que s'han comparat visualment, i s'ha considerat els pendents de la recta de regressió per a cada zona. Per a aquestes anàlisis estadístiques s'ha usat el paquet Statistica 6.1 (StatSoft, 2001).

3. RESULTATS

Faunística

Dins els límits de la zona d'estudi s'han detectat cinquanta-cinc espècies, agrupades en 18 gèneres i 3 subfamílies (annex). Als transectes 1 a 6, 13 de les 43 espècies detectades amb les dues metodologies només ho han estat en la caça a vista (vegeu la taula 1). Per contra, només dues d'aquelles espècies, *Stenamma debile* i *Myrmica vandeli*, han estat trobades exclusivament amb trampes de caiguda. Hi ha, aproximadament, un 54 % d'espècies de Myrmicinae, un 45 % de Formicinae i un 1 % de Dolichoderinae. Hi ha un conjunt d'espècies de caire marcadament boreoalpí o d'alta muntanya (*Myrmica*, *Formica*, *Leptothorax*, alguns *Camponotus* i *Lasius*) i un de caire mediterrani, de terres més baixes (*Aphaenogaster*, *Messor*, *Pheidole*, *Tapinoma*, la majoria de *Temnothorax*), que indiquen el gradient entre l'estatge mediterrani montà fins a l'estatge subalpí. Segueixen uns comentaris per a algunes de les espècies més remarcables.

Lasius (Cthonolasius) n. sp. És, sens dubte, l'espècie més destacable del treball. S'ha trobat en dues —potser tres— localitats: 1) els prats del Coro (obrerres, sota pedra amb *Lasius alienus*), 2) el bosc de Gargaredo (obrerres sota pedra) i 3) bosc sota el tossal de la Cabana dels Caçadors (una reina sota pedra, sense obreres). Aquesta reina no s'identifica amb cap de les espècies conegudes en aquest subgènere a Europa i, per exclusió i proximitat geogràfica, la identifiquem provisionalment com la d'aquesta nova espècie.

Lasius (s. str.) sp. Pertany al grup d'espècies amb pèls a l'escap i potes. S'ha localitzat en un sol punt de la zona i, de moment, creiem més prudent esperar a trobar més material d'aquesta morfologia en altres localitats. No és impensable que es tracti d'una espècie inèdita. Seifert (com. pers.) prepara una revisió del subgènere i comenta que es preveu un augment de prop del 50 % d'espècies en aquest grup a Europa i l'Àsia.

Leptothorax muscorum (Nylander). És la primera troballa a Catalunya (Espadaler *et al.*, 2007). El niu, poliginic, era sota l'escorça d'una soca de pi negre, a 1.880 m, tocant al camí, al principi del bosc Negre.

Myrmica vandeli Bondroit. Se'n coneixia una sola localitat peninsular, Alòs d'Isil (Espadaler, 1986), on fou trobada en un bosc mixt d'avets, bedoll i arç, a 1.550 m. A la zona d'estudi s'ha trobat en dos punts: a) una obrera, al prat amb bedoll i ginebró del transecte 4; b) dues obreres caigueren a la trampa disposada en una mollera que travessava la solana on hi havia el transecte 3. Aquest hàbitat, càlid i humit, és l'indicat per a aquesta espècie en altres països europeus (Seifert, 2007). La biologia d'aquesta espècie és molt poc coneguda, específicament si el seu tipus de vida és lliure o és paràsit facultatiu, temporal, en societats de *Myrmica scabrinodis*. Algunes de les seves característiques morfològiques (esperons tibials reduïts, pilositat relativament molt desenvolupada) són pròpies de les *Myrmica* paràsites.

Anergates atratulus (Schenck), *Polyergus rufescens* (Latreille) i *Strongylognathus testaceus* (Schenck) són tres espècies paràsites, social la primera i esclavistes les altres dues. Aquestes paràsites solen indicar que hi ha poblacions denses dels seus hostes i que el medi és ben conservat. La primera figura a la llista vermella d'espècies amb la categoria de vulnerable (VU A2c).

Formicoxenus nitidulus (Nylander). És la primera troballa a Catalunya (figura 4a i 4b). Figura a la llista vermella amb la categoria de vulnerable (VU D2). És una espècie de les anomenades xenobionts, que en aquest cas viuen dins el niu de diverses espècies de *Formica* (s. str.), sense tenir-hi gaires relacions de contacte. A la península Ibèrica només es coneixia d'una localitat, a la serra de Guadarrama, en un niu de *F. dusmeti* Emery (Collingwood & Yarrow, 1969). S'ha trobat al plan d'Estaro, on la societat, poliginica i amb mascles, era dins les restes d'un tronc de pi que era el nucli d'un niu enorme de *F. lugubris* (K. Gómez leg.).

Temnothorax nadigi Kutter. És la primera troballa a Catalunya (Espadaler et al., 2007). Es coneixia de tres localitats ibèriques més: San Juan de la Peña i Fiscal (Osca) i de la vall del Madriu (Andorra). A la zona estudiada ha aparegut en tres punts més del bosc de Gargaredo, niuant en soca de pi (transecte 6), sota pedra a 1.750 m i dins un branquilló tocant al camí, a 1.780 m. També fou trobada a la pineda amb faig sota el tossal de la Cabana dels Caçadors.

Es poden afegir les següents espècies, trobades just a la vora de la zona: *Camponotus universitatis* Forel. És la primera troballa a Catalunya (Espadaler et al., 2007). D'aquesta interessant espècie paràsita social, en fou recollida una reina negada a l'aljub de la font del Senglar, a València d'Aneu el 15.06.2006. Figura a la llista vermella amb la categoria de vulnerable (VU D2). També fou detectada una obrera *Aphaenogaster subterranea* en aquesta font. Finalment, es pot afegir *Dolichoderus quadripunctatus* (L.) a València d'Aneu, obreres corrent damunt fusta tallada apilonada prop de la carretera, abans del trencant que du a Son (20.05.2007; J. Muñoz leg.).

Comunitats de formigues

A les trampes de caiguda foren capturades 2.196 formigues de 29 espècies, agrupades en 10 gèneres i en 230 ocurrències específiques. Dues trampes (una al T3 i una al T6) no foren recuperades. L'anàlisi (ANOVA) del nombre d'individus per trampa mostra diferències significatives entre transectes (taula 2): $F_{5,112} = 36,1$; $P < 0,001$. El transecte situat a més altitud és el que mostra més individus/trampa, mentre que el que està situat a menor altitud és el més pobre en formigues/trampa. Pel que fa al nombre d'espècies/trampa

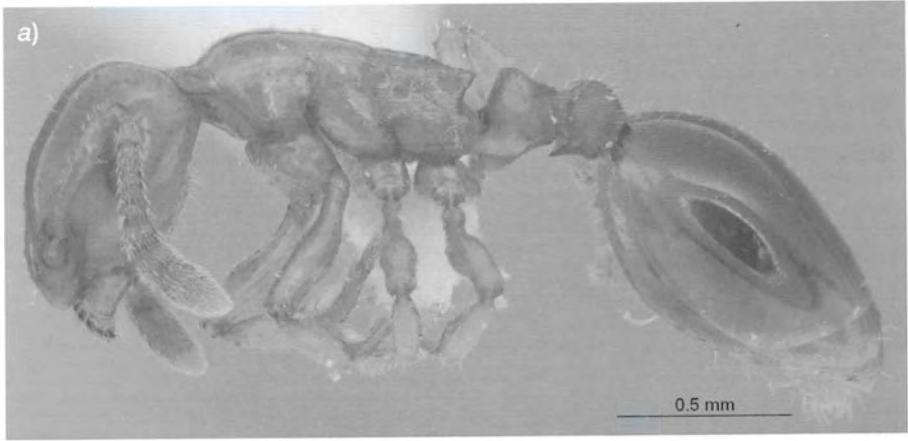


FIGURA 4. *Formicoxenus nitidulus* (Nylander). a) Aspecte de l'obrera (vista lateral); b) cap de la reina (vista frontal; observeu l'enorme desenvolupament de l'ocel anterior). Fotografies: K. Gómez.

també hi ha diferències significatives (taula 2): $F_{5,112} = 3,04$; $P = 0,012$. El transsecte 3, situat en una solana, és el que té més espècies/trampa.

TAULA 2. Nombre (EE: error estàndard) de formigues per trampa, d'espècies per trampa ($n = 20$ trampes per transsecte), d'individus (total d'espècies) a les trampes, índexs de Shannon-Wiener i de Simpson basats en individus o en ocurrences, i altitud dels transsectes.

Transsecte	1	2	3	4	5	6
Individus/trampa	2,3	50,9	10,1	24,0	20,6	3,2
(EE)	(0,4)	(5,5)	(1,9)	(4,3)	(3,2)	(0,8)
Espècies/trampa	1,5	1,5	2,5	2,2	2,2	1,5
(EE)	(0,2)	(0,1)	(0,3)	(0,2)	(0,2)	(0,2)
Individus (espècies)	46	1.019	192	481	393	65
(EE)	(11)	(5)	(12)	(9)	(8)	(8)
Simpson, individus	5,88	1,08	5,29	1,37	2,13	4,64
(Simpson, ocurrences)	(9,25)	(2,19)	(7,83)	(5,17)	(5,78)	(5,39)
Shannon-Wiener, individus	1,97	0,20	1,96	0,68	1,42	1,69
(Shannon-Wiener, ocurrences)	(2,16)	(1,01)	(2,14)	(1,83)	(1,77)	(1,07)
Altitud (m)	1.204	1.960	1.670	1.780	1.250	1.700

En l'anàlisi del nombre d'espècies segons l'altitud (figura 5), es troba que no hi ha relació usant les dades basades en les trampes ($r^2 = 0,22$; $P = 0,34$) però sí que n'hi ha usant

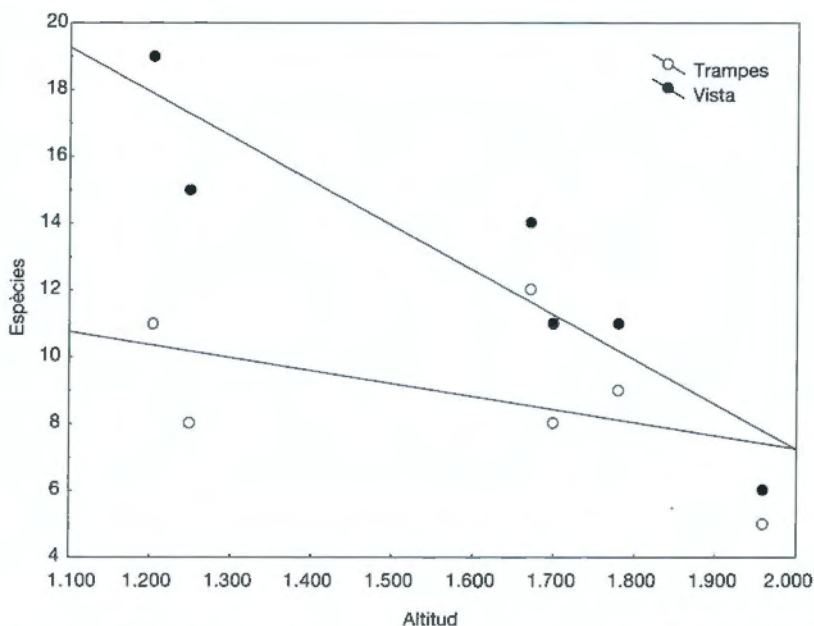


FIGURA 5. Relació entre el nombre d'espècies censades i l'altitud. Per a les dades basades en trampes: espècies = $15,04 - 0,0038 \times \text{altitud}$ ($r^2 = 0,22$; $P = 0,34$). Per a les dades basades en la caça a vista: espècies = $33,9 - 0,0137 \times \text{altitud}$ ($r^2 = 0,83$, $P = 0,01$).

les dades de la caça a vista ($r^2 = 0,83$, $P = 0,01$). La diferència entre espècies detectades amb els dos tipus de mostreig es fa menor a mesura que pugem d'altitud.

L'anàlisi de la completesa de l'inventari, basat en les trames de caiguda, mostra (figura 6) una corba d'acumulació d'espècies trobades en funció de l'esforç de mostreig que s'apropa a una asymptota, però no hi arriba. S'ha detectat 29 espècies, 7 de les quals han estat capturades en una sola trampa i 4 ho han estat en dues, suggereix igualment que l'inventari no és complet. Els estimadors no paramètrics indiquen que es podrien trobar entre 35 (Chao 2; interval de confiança 30-60) i 39 (Jackknife 2; desviació estàndard 0,97) espècies de formigues que busquen menjar o es desplacen en superfície.

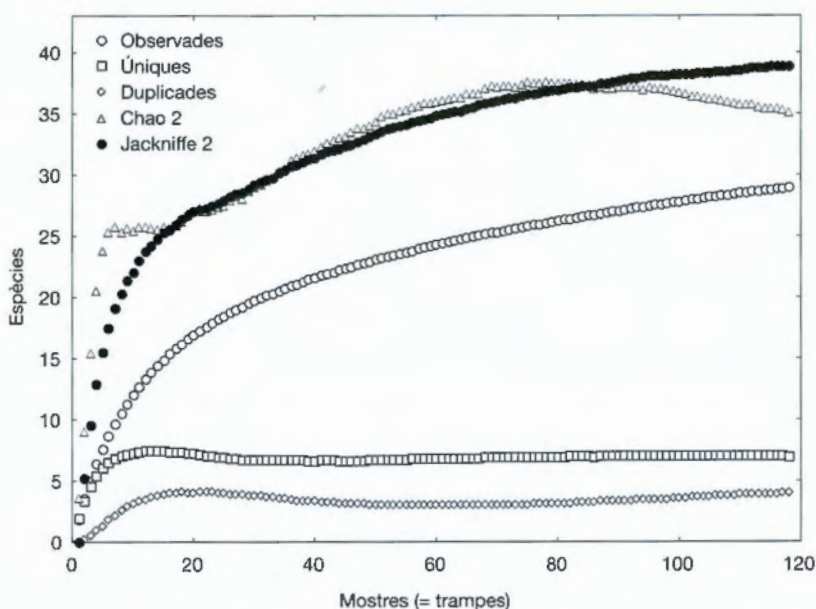


FIGURA 6. Riquesa d'espècies observades, úniques (només observades en una trampa), duplicades (observades en dues trampes) i estimada segons els índexs Chao 2 i Jackknife 2. S'aplica al conjunt de tots els transectes. Les corbes són corbes de rarefacció basades en mostres i generades amb 50 aleatoritzacions en l'ordre de les trampes.

Un gràfic de rang-abundància dels transectes (figura 7) s'acorda relativament bé amb l'altitud. El transecte més baix (T1) és el que mostra un pendent menor, cosa que indica que no hi ha cap espècie que sigui dominant numèricament. Els pendents de les rectes de regressió van fent-se més elevats a mesura que pugem d'altitud, fins al transecte T2, situat a 1.950 m, que és el que té el major pendent, cosa que indica que hi ha una espècie —*Formica lugubris*— que domina marcadament respecte de les altres.

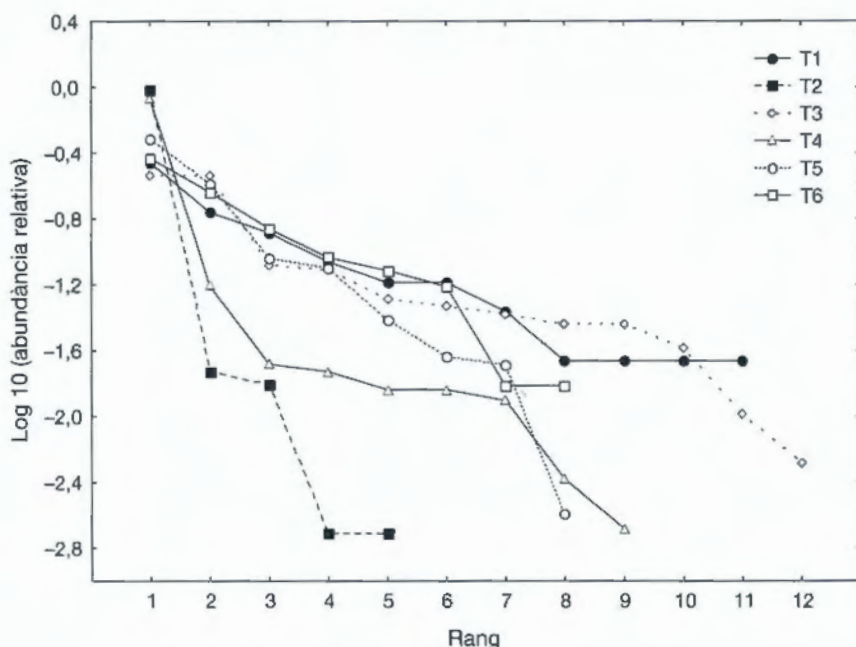


FIGURA 7. Corbes de rang-abundància basades en els individus caiguts a les trampes dels transectes 1 a 6.

4. DISCUSSIÓ

S'han censat 55 espècies de formigues dins la zona d'estudi, un 35 % de les que es coneixen a Catalunya. Com a comparació, valgui la dada que per a Andorra hi ha 58 espècies censades (Espadaler *et al.*, 2008), que al Pirineu català, per a altituds superiors a 1.000 m, se'n van citar 54 (Espadaler, 1979) i que per al vessant nord, sumant les dades de Bernard (1950), Ovazza (1950), Soulié (1962) i dades inèdites de la vall de la Pique (A. Bernadou, com. pers.), s'arriba a 54 espècies. Tot tenint en compte que hi ha molta superfície encara per explorar al Pirineu, l'ordre de magnitud similar entre aquelles zones pot suggerir un límit entre 60-70 espècies per a tot el Pirineu, en altituds superiors als 1.000 m.

Els transectes 1 i 3, situat a baixa altitud el primer i en una solana el segon, són els que tenen més espècies i els índexs de diversitat més elevats. Aquesta situació es correspon amb el que s'espera de les formigues, un grup essencialment tropical (Hölldobler & Wilson, 1990). La situació contrària es dona a la mata de València, un bosc d'obaga i on dins el bosc dens no hi havia pràcticament formigues, que s'agrupaven a les clarianes ben il·luminades. La pobresa gairebé absoluta de formigues a la mata de València no discrepa del que es coneix en altres boscos densos, ombrívols i humits (Pisarski & Czechowski, 1990, 1991), on l'abundància de miceli de fongs és ubiqüa i negativa per a les formigues (Bernard, 1967). Els transectes 4, 5 i 6, tot i tenir nombres similars d'espècies, mostren valors variables d'individus/trampa i dels índexs de diversitat i es fan difícils de comparar. Especialment al transecte 5, hauríem esperat trobar-hi més espècies —per l'altitud i per ser a

ple sol. Finalment, el transecte 2, el més elevat i pobre en espècies, també és el que té valors inferiors dels índexs de diversitat. En el decurs d'aquest estudi s'han trobat quatre espècies noves per a Catalunya i una de nova per a la ciència. Una població de *Lasius* queda encara per identificar i es podria tractar igualment d'una espècie nova. Això suggereix que el Pirineu és encara poc explorat pel que fa a les formigues. La presència de fins a cinc espècies esclavistes, paràsits socials o xenobionts, algunes en estat vulnerable de conservació (<http://redlist.org>; consulta: 14 febrer 2008), que indiquen poblacions denses dels hostes i un bon estat de conservació, és destacable. Les seves poblacions són sempre isolades (Baroni Urbani, 1967) i això les fa també vulnerables genèticament (Trontti *et al.*, 2006).

Que una zona d'estudi tan reduïda hagi fornit aquests resultats faunístics és prova que a Catalunya encara no hi ha un inventari complet de formigues. En aquest sentit, si la finalitat d'un estudi és un inventari al més complet possible, per a zones com l'estudiada, no sembla correcte l'ús exclusiu de trampes de caiguda per caracteritzar les formigues d'una localitat. La imatge que en donen és parcial, limitada gairebé exclusivament a aquelles espècies que busquen menjar i es desplacen en superfície. Totes les altres espècies (hipogees o que nien en microhàbitats discrets) en queden al marge i a la zona estudiada poden constituir fins a un 53 % de les espècies (cas de l'hàbitat del transecte 5). Pensem que les conclusions basades només en espècies capturades en trampes de caiguda seran, gairebé per definició, parcials i, possiblement, esbiaixades en sentit desconegut. L'espectre dels tipus de vida del grup de formigues que cauen en trampes a terra és només representatiu d'aquestes. La informació obtinguda de l'estudi de medis específics de nidificació és igualment valuosa, ja que en aquests microhàbitats hi ha una gran diversificació d'espècies de formigues. És clar, això no és aplicable a medis molt oberts, àrids i amb poca estructura vegetal, on aquells microhàbitats no hi són.

La relació significativa, i negativa, del nombre d'espècies amb l'altitud que s'ha posat de manifest en la caça a vista és, probablement, deguda a la major riquesa de microhàbitats de les zones baixes, que no són captats pel mètode de trampes de caiguda. En aquest sentit, i per a la zona estudiada, el mètode de caça a vista ha demostrat que és molt més efectiu per detectar espècies.

L'estructura de la comunitat de formigues epigees, descrita per la distribució d'individus a les trampes, posa de manifest un gradient altitudinal en el qual disminueix l'equitativitat, des del transecte 1, a baixa altitud i amb la diversitat més elevada, fins a trobar, al transecte 2, a 1.980 m, la jerarquia de dominància a bastament descrita i demostrada per les faunes del nord d'Europa (Savolainen & Vepsäläinen, 1988), amb *F. lugubris* com a espècie dominant i *F. fusca*, *Myrmica* i *Leptothorax* com a espècies submissives.

En resum, la mirmecofauna de les Planes de Son i la mata de València és molt rica i entenem que és un reflex de dues condicions: 1) l'excel·lent estat de conservació dels hàbitats i 2) la varietat d'hàbitats creats pel gradient altitudinal. Les formigues, com a grup, tenen un ús a bastament provat com a bioindicadors en altres zones del món: Austràlia (Andersen, 1997; Majer, 1983), Europa (Gómez *et al.*, 2003; Ottonetti *et al.*, 2006), Nord-amèrica (Peck *et al.*, 1998; Izhaki *et al.*, 2003), Sud-àfrica (Kotze & Samways, 1999) o Sud-amèrica (Bestelmeyer & Wiens, 1996; Armbrecht & Ulloa-Chacón, 2003). En aquest sentit, les comunitats de formigues de la zona d'estudi es poden interpretar com a situacions que cal assolir, com a punts cap on haurien de convergir programes eventuais de gestió de medis més degradats. Creiem que la zona d'estudi, pel que fa a formigues, pot esdevenir un model, com una pedra de toc, amb el qual comparar altres zones del Pirineu de superfície similar.

AGRAÏMENTS

A la Fundació Territori i Paisatge, per saber fer una bona feina en la custòdia del territori i recolzar aquest estudi. A Josep Muñoz, per la cessió de material, i a Abel Bernadou, per deixar-nos usar dades no publicades.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTI, D.; MAJER, J.; ALONSO, E.; SCHULTZ, T. R. [ed.] (2000). *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Washington DC: Smithsonian Institution Press. [Biological Diversity Handbook Series]
- ANDERSEN, A. N. (1997). «Using ants as bioindicators: Multiscale issues in ant community ecology». *Conservation Ecology*, vol. 1, núm. 1, p. 1-8. També disponible en línia a: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol1/iss1/art8/>>
- ARMÜRECHT, I.; ULLOA-CHACÓN, P. (2003). «The little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a diversity indicator of ants in tropical dry forest fragments of Colombia». *Environmental Entomology*, núm. 32, p. 542-547.
- BARONI URBANI, C. (1967). «Le distribuzioni geografiche discontinue dei Formicidi mirmecobiotici». *Archivio Botanico e Biogeografico Italiano*, núm. 43, p. 355-365.
- BERNADOU, A.; LATIL, G.; FOURCASSIÉ, V.; ESPADALER X. (2006). «Les formigues de la vall del Madriu-Perafita-Claror: diversitat i distribució». *Hàbitats*, núm. 13, p. 10-21.
- BERNARD, F. (1950). «Notes sur les fourmis de France, II: peuplement des montagnes méridionales». *Annales de la Société Entomologique de France*, núm. 115, p. 1-36.
- (1967). *Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen*. Vol. 3: *Les fourmis (Hymenoptera Formicidae) d'Europe occidentale et septentrionale*. Paris: Masson.
- BESTELMEYER, B. T.; WIENS, J. A. (1996). «The effects of land use on the structure of ground-foraging ant communities in the Argentine Chaco». *Ecological Applications*, núm. 6, p. 1225-1240.
- CEBALLOS, G. (1956). *Catálogo de los himenópteros de España*. Madrid: Instituto Español de Entomología.
- CHAO, A.; CHAZDON, R. L.; COLWELL, R. K.; SHEN, T.-J. (2005). «A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data». *Ecology Letters*, núm. 8, p. 148-159.
- COLLINGWOOD, C. A.; YARROW, I. H. H. (1969). «A survey of Iberian Formicidae (Hymenoptera)». *Eos*, núm. 44, p. 53-101.
- COLWELL, R. K. (2005). *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 7.5. User's Guide and application* [en línia]. <<http://purl.oclc.org/estimates>> [Consulta: 20 juny 2007]
- ESPADALER, X. (1979). *Contribución al conocimiento de los formicidos (Hymenoptera, Formicidae) del Pirineo catalán*. Tesis. Universitat Autònoma de Barcelona.
- (1986). «*Formica decipiens* Bondroit, 1918. Descripción del macho y dos adiciones a la fauna ibérica». *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, núm. 10, p. 45-50.
- ESPADALER, X.; PUJADE-VILLAR, J.; BERNADOU, A. (2008). «Fenologia i eixams de les formigues col·lectades en una trampa Malaise a Andorra (Hymenoptera: Formicidae)». *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, núm. 74, p. 81-90.
- ESPADALER, X.; ROIG, X.; GÓMEZ, K. (2007). «Cuatro nuevas citas de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) y actualización del listado para Cataluña». *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, núm. 40, p. 313-316.
- GÓMEZ C.; CASELLAS D.; OLIVERAS J.; BAS, J. M. (2003). «Structure of ground-foraging ant assemblages in relation to land-use change in the north-western Mediterranean region». *Biodiversity and Conservation*, núm. 12, p. 2135-2146.

- HÖLDOBLER, B.; WILSON, E. O. (1990). *The Ants*. Cambridge: Belknap Press: Harvard University Press.
- IZHAKI, I.; LEVEY, D. J.; SILVA, W. R. (2003). «Effects of prescribed fire on an ant community in Florida pine savanna». *Ecological Entomology*, núm. 28, p. 439-448.
- KOTZE, D. J.; SAMWAYS, M. J. (1999). «Invertebrate conservation at the interface between the grassland matrix and natural Afrotropical forest fragments». *Biodiversity and Conservation*, núm. 8, p. 1339-1363.
- LONGINO, J. T.; CODDINGTON, J.; COLWELL, R. K. (2002). «The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways». *Ecology*, núm. 83, p. 689-702.
- LONGINO, J. T.; COLWELL, R. K. (1997). «Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest». *Ecological Applications*, núm. 7, p. 1263-1277.
- MAGURRAN, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell.
- MAJER, J. D. (1983). «Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation». *Environmental Management*, núm. 7, p. 375-383.
- OTTONETTI, L.; TUCCI, L.; SANTINI, G. (2006). «Recolonization patterns of ants in a rehabilitated lignite mine in central Italy: potential for the use of Mediterranean ants as indicators of restoration processes». *Restoration Ecology*, núm. 14, p. 60-66.
- OVAZZA, M. (1950). «Contribution à la connaissance des fourmis des Pyrénées-Orientales: récoltes de J. Hamon». *Vie Milieu*, núm. 1, p. 93-94.
- PECK, S. L.; MCQUAID, B.; CAMPBELL, C. L. (1998). «Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition». *Environmental Entomology*, núm. 27, p. 1102-1110.
- PISARSKI, B.; CZECHOWSKI, W. (1990). «The course of artificial colonisation of red wood ants in the Gorce National Park». *Memorabilia Zoologica*, núm. 44, p. 37-46.
- SAVOLAINEN, R.; VEPSALAINEN, K. (1988). «A competition hierarchy among boreal ants: impact on resource partitioning and community structure». *Oikos*, núm. 51, p. 135-155.
- SCHLICK-STEINER, B. C.; STEINER, F. M.; MODER, K.; BRUCKNER, A.; FIEDLER, K.; CHRISTIAN, E. (2006). «Assessing ant assemblages: pitfall trapping versus nest counting (Hymenoptera, Formicidae)». *Insectes Sociaux*, núm. 53, p. 274-281.
- SEIFERT, B. (2007). *Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas*. Tauer: Lutra.
- SOMMER, F.; CAGNIANT, H. (1988). «Peuplements de fourmis des Albères Orientales (Pyrénées-Orientales, France) (Première partie)». *Vie Milieu*, núm. 38, p. 189-200.
- (1989). «Peuplements de fourmis des Albères Orientales (Pyrénées-Orientales, France) (Deuxième partie)». *Vie Milieu*, núm. 38, p. 321-329.
- SOULIÉ, J. (1962). «Fourmis des Hautes-Pyrénées». *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, núm. 97, p. 35-37.
- STATSOFT, INC. (2001). *Statistica for Windows*. Tulsa, Oklahoma, Estats Units.
- TRONTTI, K.; ARON, S.; SUNDSTRÖM, L. (2006). «The genetic population structure of the ant *Plagiolepis xene*-implications for genetic vulnerability of obligate social parasites». *Conservation Genetics*, núm. 7, p. 241-250.
- WALTHER, B. A.; MOORE, J. L. (2005). «The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance». *Ecography*, núm. 28, p. 815-829.

ANNEX

Espècies de formigues censades a les Planes de Son i la mata de València

Sf. Dolichoderinae

Tapinoma erraticum (Latreille)

Sf. Myrmicinae

Anergates atratulus (Schenck)

Aphaenogaster gibbosa (Latreille)

Formicoxenus nitidulus (Nylander)

Leptothorax acervorum (Fabr.)

Leptothorax muscorum (Nylander)

Messor structor (Latreille)

Myrmecina graminicola (Latreille)

Myrmica lobulicornis Nylander

Myrmica rubra (L.)

Myrmica ruginodis Nylander

Myrmica sabuleti Meinert

Myrmica scabrinodis Nylander

Myrmica schencki Emery

Myrmica specioides Bondroit

Myrmica sulcinodis Nylander

Myrmica vandeli Bondroit

Myrmica wesmaeli Bondroit

Pheidole pallidula (Nylander)

Stenammas debile (Förster)

Strongylognathus testaceus (Schenck)

Temnothorax affinis (Mayr)

Temnothorax albipennis (Curtis)

Temnothorax angustulus (Nylander)

Temnothorax nadigi (Kutter)

Temnothorax nigriceps (Mayr)

Temnothorax nylanderi (Förster)

Temnothorax rabaudi (Bondroit)

Temnothorax tristis (Bondroit)

Temnothorax tuberum (Fabricius)

Tetramorium caespitum (L.)

Sf. Formicinae

Camponotus aethiops (Latreille)

Camponotus herculeanus (L.)

Camponotus ligniperdus (Latreille)

Camponotus truncatus (Spinola)

Formica cunicularia Latreille
Formica decipiens Bondroit
Formica foreli Bondroit
Formica fusca L.
Formica lemani Bondroit
Formica lugubris Zetterstedt
Formica pratensis Retzius
Formica pressilabris Nylander
Formica rufibarbis Fabricius
Formica sanguinea Latreille
Lasius alienus (Schenck)
Lasius brunneus (Latreille)
Lasius flavus (Fabricius)
Lasius fuliginosus (Latreille)
Lasius grandis Forel
Lasius n. sp. 1
Lasius sp. 2
Lasius niger (L.)
Lasius platythorax Seifert
Polyergus rufescens (Latreille)