Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, nº **43** (2008) : 283–290.

PAPEL DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS PEQUEÑAS EN LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD. MIRMECOFAUNA (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ASOCIADA AL MONUMENTO NATURAL DE "LOS SOTOS DE LA ALBOLAFIA" (CÓRDOBA, ESPAÑA)

Soledad Carpintero-Ortega, Joaquín Reyes-López & Carmen Ordóñez-Urbano

Área de Ecología, Universidad de Córdoba; Edificio C-4 "Celestino Mutis", Campus de Rabanales. Ctra. Madrid, Km. 396; 14071 Córdoba. España – joaquin@uco.es

Resumen: Se discute la eficacia de la protección de enclaves de poca extensión, a nivel de conservación de la biodiversidad, como es el caso de "Los Sotos de la Albolafia" (Córdoba, río Guadalquivir). Al estudiar la fauna de hormigas como grupo bioindicador, se ha encontrado que la de dicho enclave presenta mayor riqueza y diversidad que otros puntos del bosque de ribera del mismo río, aguas arriba y aguas abajo. Dichos valores se relacionan con una mayor diversidad en la cobertura vegetal. A pesar de que la zona se encuentra en el interior del casco urbano de Córdoba capital, se ha detectado un notable incremento (de un 80%) en la riqueza de especies de hormigas desde su protección, asociada a un aumento considerable de la vegetación y a la disminución de molestias por parte del hombre.
Palabras clave: Hymenoptera, Formicidae, biodiversidad, conservación, Monumento Natural, Córdoba, España.

The role of small protected areas in biodiversity conservation. Ant fauna (Hymenoptera, Formicidae) associated with the "Los Sotos de la Albolafia" Natural Monument
Abstract: A discussion is presented on the effectiveness for biodiversity conservation of the protection of small areas, such as "Los Sotos de la Albolafia" Natural Monument (Cordoba). The study of the ant fauna, as a bioindicator group, shows that this area has greater values of richness and diversity than other areas of the same riparian forest, both downstream and upstream. These values are related to a greater diversity in the vegetative cover. In spite of the fact that the area lies inside the city of Cordoba, a remarkable increase (80%) in ant species has been detected since its protection, associated to a considerable increase in the vegetation and to the decline of human interference.
Key words: Hymenoptera, Formicidae, biodiversity, conservation, Natural Monument, Cordoba, Spain.

Introducción

En un mundo donde los espacios naturales van perdiendo superficie, por la creciente urbanización, la declaración de espacios naturales protegidos cobra cada vez mayor importancia. Sin embargo, dentro del interés que puede tener el preservar un ambiente, hay que considerar no sólo su mera protección, sino también la figura de protección concreta que se le va a aplicar, que implica las actuaciones que se llevarán a cabo en dicho espacio, además de otros aspectos fundamentales como su extensión. Una discusión prioritaria en las estrategias de conservación se refiere a la superficie de las áreas protegidas. En principio los espacios protegidos grandes son preferibles a los pequeños, ya que podrán albergar una comunidad mayor, con mayor diversidad de especies y genes, asimismo las tasas de extinción serán menores (Diamond, 1975). Del mismo modo, según la teoría de islas, a mayor superficie de un espacio mayor número de especies albergará (MacArthur & Wilson, 1967; Whittaker *et al*., 2005). ¿Hasta qué punto tiene entonces interés para la conservación de la naturaleza, la protección de pequeñas áreas, más o menos aisladas, como las incluidas bajo la figura legal de los Monumentos Naturales?

Según el Decreto 225/1999 de 9 de noviembre, de regulación y desarrollo de la figura de Monumento Natural de Andalucía (BOJA 146/1999, de 16 de diciembre), los Monumentos Naturales son espacios o elementos de la naturaleza, con una superficie pequeña (inferior a diez hectáreas, aunque excepcionalmente y con la debida justificación podría ser superior) y límites nítidos, constituidos por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de protección especial, así como las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, ecoculturales o paisajísticos.

El Monumento Natural conocido como "Los Sotos de la Albolafia" es un tramo del río Guadalquivir con zonas inundables, pequeños afloramientos, barras e islotes, producto de las diferentes fluctuaciones históricas en el nivel del agua del río, a su paso por la ciudad de Córdoba. Conserva antiguas edificaciones relacionadas con el uso del agua. A pesar de tener una superficie de 213.627m^2 (mayor del límite habitual de 10 Ha), fue declarado Monumento Natural por la Junta de Andalucía el 2 de octubre (Decreto 226/2001, BOJA 135, 2/11/2001), ya que dicho espacio posee un elevado valor ecológico e histórico.

Desde el punto de vista faunístico, los Sotos albergan una importante avifauna, con señaladas poblaciones de especies protegidas, como la garza real (*Ardea cinerea*), el calamón (*Porphyrio porphyrio*) y el martinete (*Nycticorax nycticorax*). Sin embargo, de la fauna de invertebrados apenas hay datos (pero ver Cano, 2004).

Las hormigas cada vez son consideradas por más autores como un grupo faunístico bioindicador (Hölldobler & Wilson, 1990). La presencia y abundancia relativa de las diferentes especies que componen una comunidad de hormigas, son indicativas de las características ambientales de

la zona y de su estado de conservación general (Underwood & Fisher, 2006).

Por otro lado, al tratarse de un bosque de ribera, la zona tiene interés en sí misma, ya que este tipo de ecosistemas actúan como corredores para las especies en ambientes perturbados y, sin embargo, se trata de ambientes muy vulnerables y sometidos a altas presiones por el avance de la agricultura y las urbanizaciones (Lara *et al*., 2004). Además hay que considerar el interés añadido de la zona, al encontrarse en el interior de un casco urbano.

Por todo ello, dado el especial interés de la zona protegida "Los Sotos de La Albolafia", y dado el desconocimiento actual general de las comunidades faunísticas que lo componen, se diseñó el presente trabajo, en el que se hace un estudio de la mirmecofauna, como taxón bioindicador, además de comparar dicha comunidad con la de cuatro zonas del mismo río, en diferentes localizaciones. Por último, se discute el papel que cumplen las pequeñas áreas protegidas, como la de este trabajo, en la conservación de la diversidad biológica.

Material y métodos

Para conocer la fauna de hormigas asociada a este paraje, se efectuaron muestreos los años 2001 (año de su protección), 2005 y 2006. Así mismo, se muestrearon cuatro sotos más del río Guadalquivir, dos aguas abajo de Córdoba capital (Palma del Río y Almodóvar del Río) y dos aguas arriba (Alcolea y Villafranca de Córdoba), con objeto de efectuar comparaciones. Los muestreos se realizaron durante la primavera y verano, entre los meses de mayo a junio, época de máxima actividad de las especies de hormigas en estas latitudes (Tinaut, 1982).

Descripción de las zonas:
La zona estudiada fue la margen derecha del río Guadalquivir, a su paso por la ciudad de Córdoba, en el tramo declarado Monumento Natural "Los Sotos de la Albolafia", entre los puentes Romano y de San Rafael.

La vegetación está compuesta por especies riparias típicas, como: anea (*Typha dominguensis*), carrizos (*Phragmites australis*), cañas (*Arundo donax*), juncos (*Juncus holoschoenus*), lirio amarillo (*Iris pseudacorus*), menta de agua (*Mentha aquatica*), taraje (*Tamarix africana*), adelfa (*Nerium oleander*), sauzgatillo (*Vitex agnus-castus*), zarza (*Rubus ulmifolius*), álamo blanco (*Populus alba*), sauce (*Salis alba*) o fresno (*Fraxinus angustifolia*). Además se encuentran especies típicas de jardinería como la morera negra (*Morus nigra*) o el ailanto (*Ailanthus altissima)*.

Los bosques de ribera de los restantes puntos muestreados, contienen asimismo especies típicas riparias. En Alcolea dominan los tarajes y se trata de un caso especial, ya que es una zona relativamente bien conservada, de bastante extensión y con individuos de considerable tamaño. Tanto es así, que se ha incluido en el catálogo de arboledas singulares de la provincia de Córdoba, por la edad y dimensiones de los tarajes integrantes. Asimismo, incluye ejemplares notables de álamo blanco (Tamajón & Reyes, 2002). En Palma del Río, Villafranca y Alcolea predominan los álamos.

En cuanto a su proximidad a núcleos de población, los Sotos de la Albolafia están integrados en el casco urbano cordobés. Las localidades estudiadas de Palma del Río y Almodóvar están en las proximidades de sendos pueblos, mientras que Alcolea y Villafranca, se encuentran más alejados.

La cobertura vegetal se midió en transectos lineales de 30-50 m, localizados en paralelo y perpendicular a las trampas. Para su obtención, se determinó el grado de cobertura vegetal, a nivel de especie de árbol o arbusto, o porcentaje de suelo descubierto, pasto u hojarasca.

Toma de muestras:
Como sistema de muestreo se han utilizado trampas de caída ("pitfall traps"), método ampliamente utilizado en el estudio de comunidades de hormigas por su eficacia (Agosti *et al*., 2000). El recipiente utilizado fue un vaso de plástico de 5,7cm de diámetro en la apertura superior, 5cm en la base y una profundidad de 7,3cm, con una capacidad de 150cc (REF. 409702, DELTALAB SL.). En su interior se colocaban unos 50cc de agua con unas gotas de detergente para reducir la tensión superficial. No se empleo ningún tipo de atrayente ni de sustancia conservante. Las trampas se colocaron en series de 10, con una separación de 1,5-2m entre una trampa y la siguiente, según la topografía de la zona. Se colocaron 4 series de 10 trampas de caída, por año, paralelas al cauce del río. En todos los sotos se colocaron trampas en los años 2005 y 2006. Además, Los Sotos de la Albolafia se muestrearon, con la misma metodología, el año 2001. Las trampas permanecían en el campo durante 48 horas, tras las cuales se procedía a su retirada y limpieza. Para la nomenclatura de las especies se ha seguido los trabajos de Bolton (1995) y Seifert (1992).

Análisis estadísticos:
Todos los análisis estadísticos se han realizado con el programa Statistica v.7.1 (StatSoft, Inc.)

Resultados

En las fotografías aéreas de la zona (Figura 1), de los años 1956, 2001 y 2008, se observa el sustancial incremento de la vegetación a lo largo de los años, y en concreto desde la declaración de la zona como Monumento Natural (año 2001).

Se han capturado en total 37 especies de hormigas, pertenecientes a cuatro subfamilias. En la Tabla I se muestra una relación de todas las especies encontradas en las zonas estudiadas, y su abundancia (total de individuos en las 80 trampas de caída/zona). La riqueza oscila de 18 especies en Almodóvar a 27 en Alcolea y en Los Sotos de la Albolafia.

La especie más abundante en general es *L. grandis* (con un 24,8% de los individuos contabilizados). Le sigue *F. cunicularia* (20,47%) y *T. caespitum cfr* (12,46%). Los individuos de estas tres especies comprenden el 57,73% del total de observaciones. Les siguen en abundancia: *P. pygmaea* (7,14%), *P. pallidula* (5,63%), *Temnothorax sp1 (alfacarensis*) (5,25%), *M. barbarus* (2,83%), *A. senilis* (2,74%), *Solenopsis* spp. (2,73%) y *T. nigerrimum* (2,6%). Estas especies, asimismo, están presentes en una mayoría de las trampas colocadas.

Muchas de las especies (el 35,30%) coinciden en las 5 zonas. Las tres especies más abundantes, tanto en número de individuos como en presencia en trampas (*L. niger, F.*

cunicularia, T. caespitum cfr) están presentes en las 5 zonas estudiadas. Pero también hay un elevado número de especies que sólo se encuentran en una o dos de las zonas (el 43,24 % aparecen sólo en 1-2 zonas).

En los Sotos de la Albolafia se encontraron 15 especies en el año 2001 (nº trampas=48), 25 en el 2005 (trampas=38) y 21 en el año 2006 (trampas=40). En conjunto, entre los años 2005-06 se han capturado 27 especies, lo que supone un incremento del 80% en la riqueza, con respecto al 2001 (año de la declaración de Monumento Natural). Estos datos proceden de 2,838 obreras capturadas. Para valorar la eficacia de las capturadas anuales, se efectuaron las correspondientes curvas de acumulación de especies (Fig. 2). Se aprecia como el año 2001 es muy diferente de los años 2005 y 2006, que muestran mucha semejanza entre ellos. Para comparar de forma correcta el número de especies por año y evitar los efectos derivados del propio muestreo hay que hacer algunas consideraciones. El número de especies de hormigas está correlacionado con el número de obreras capturadas en cada trampa (año 2001 r=0,627; 2005 r=0,557 y 2006 r=0,495, en todos los casos p<0,01). Para solucionar este problema se efectuó un análisis de covarianza sobre el número de especies capturadas por unidad de muestreo (trampa), usando como factor el año y el número de obreras totales por trampa (Ln) como covariante (GLM). La diferencias entre años se mostraron significativas (F=3,96; g.l.=3 y 120; p=0,0099), así como la interacción de la covariante con los años (F=18,054; g.l.=3 y 120; p=0). Es decir, las diferencias que se observan entre años no son fruto de cambios en la cantidad de obreras capturadas. Un test "a posteriori" aplicado sobre los años 2005 y 2006 no muestra diferencias significativas (HSD para "n" desiguales, p=0,6892). Por lo tanto, en los posteriores análisis, ambos años se trataran en bloque.

Con respecto a los restantes sotos muestreados, los datos se tomaron solo en los años 2005-06. En este intervalo, se han capturado 8,770 obreras, entre las que se han identificado 37 especies.

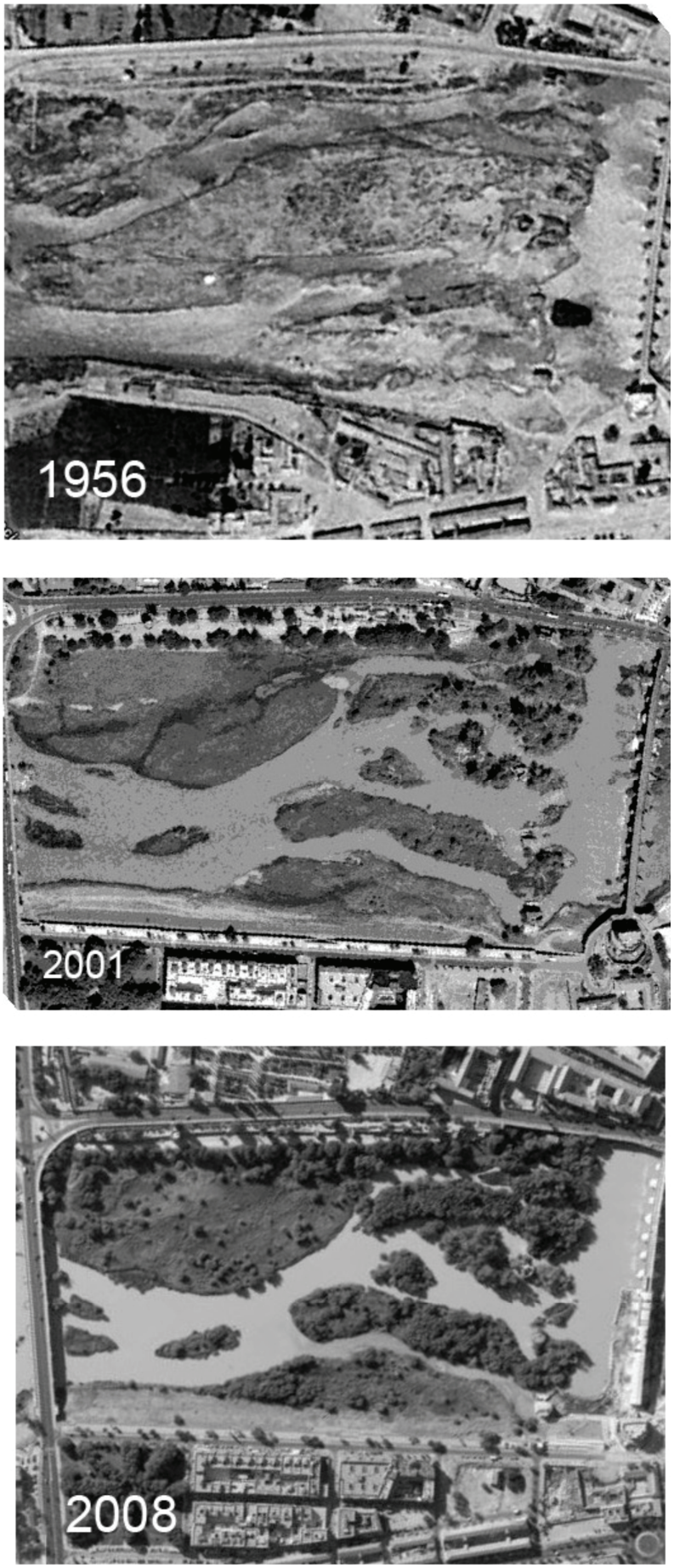


Fig. 1. En las fotografías aéreas de la zona, de los años 1956, 2001 y 2008 se observa el sustancial incremento de la Vegetación a lo largo de los años, y en especial desde la declaración de la zona como Monumento Natural (año 2001).

Tabla I. Relación de especies encontradas en las zonas estudiadas, y su abundancia (40 trampas de caída/zona y años 2005-06). Para cada especie, primero se indica el número total de individuos y luego, entre paréntesis, el número de trampas en las que aparece.

	Palma del Río	Almodóvar del Río	Sotos Albolafia	Alcolea	Villafranca de Córdoba	Total individuos y trampas
Subfamilia PONERINAE Lepeletier, 1835						
Hypoponera eduardi (Forel, 1894)	2 (2)	2 (2)	5 (4)	3 (3)	--	12 (11)
Subfamilia MYRMCINAE Lepeletier, 1835						
Aphaenogaster gibbosa (Latreille, 1798)	--	--	10 (5)	15 (8)	9 (5)	34 (18)
Aphaenogaster senilis Mayr, 1853	8 (3)	--	23 (16)	136 (43)	74 (30)	241 (92)
Cardiocondyla mauritanica Forel, 1890	--	10 (5)	1 (1)	--	--	11 (6)
Cardiocondyla elegans Emery, 1869	--	--	--	1 (1)	--	1 (1)
Crematogaster scutellaris (Olivier, 1792)	1 (1)	28 (10)	54 (10)	11 (6)	8 (6)	102 (33)
Crematogaster auberti Emery, 1869	--	--	56 (6)	--	1 (1)	57 (7)
Goniomma hispanicum (André, 1883)	4 (2)		11 (1)	37 (15)	--	52 (18)
Messor barbarus (Linnaeus, 1767)	--	--	2 (1)	207 (40)	40 (11)	249 (56)
Messor bouvieri Bondroit, 1918	--	--	--	4 (4)	--	4 (4)
Messor celiae Reyes, 1985	--	--	--	1 (1)	--	1 (1)
Myrmica aloba Forel, 1909	--	--	27 (9)	16 (2)	134 (4)	177 (15)
Pheidole pallidula (Nylander, 1849)	43 (18)	41 (7)	141 (17)	248 (33)	21 (5)	494 (80)
Temnothorax sp1 (alfacarensis)	94 (27)	24 (13)	20 (10)	177 (27)	146 (30)	461 (107)
Temnothorax pardoi (Tinaut, 1987)	67 (26)	5 (5)	10 (1)	5 (4)	23 (7)	110 (43)
Temnothorax racovitzai (Bondroit, 1918)	1 (1)	2 (1)	1 (1)	5 (2)	1 (1)	10 (6)
Temnothorax recedens (Nylander, 1856)	1 (1)	--	2 (2)	16 (3)	--	19 (6)
Tetramorium forte Forel, 1904	--	49 (12)	19 (5)	--	--	68 (17)
Tetramorium semilaeve André, 1883	31 (6)	6 (3)	31 (9)	6 (4)	71 (26)	145 (48)
Tetramorium caespitum cfr (Linnaeus, 1758)	377 (57)	440 (49)	119 (23)	171 (26)	27 (8)	1094 (163)
Subfamilia DOLICHODERINAE Forel, 1878						
Linepithema humile (Mayr, 1868)	--	3 (1)	--	1 (1)	--	4 (2)
Tapinoma erraticum (Latreille, 1798)	--	--	29 (17)	--	--	29 (17)
Tapinoma nigerrimum (Nylander, 1856)	62 (2)	--	4 (1)	164 (8)	--	230 (11)
Tapinoma madeirense Forel, 1895	--	--	41 (13)	--	--	41 (13)
Subfamilia FORMICINAE Latreille,1809						
Camponotus fallax (Nylander, 1856)	--	1 (1)	--	--	1 (1)	2 (2)
Camponotus lateralis (Olivier, 1792)	--	--	--	9 (5)	8 (6)	17 (11)
Camponotus piceus (Leach, 1825)	--	--	--	--	5 (5)	5 (5)
Camponotus barbaricus Emery 1905	1 (1)	--	--	--	10 (7)	11 (8)
Cataglyphis rosenhaueri Santschi, 1925	--	--	1 (1)	4 (2)	--	5 (3)
Formica fusca Linnaeus, 1758	10 (3)	19 (9)	5 (5)	14 (11)	26 (9)	74 (37)
Formica cunicularia Latreille, 1798	821 (65)	460 (73)	112 (35)	224 (49)	180 (41)	1797 (263)
Formica subrufa Roger, 1859	11 (1)	--	--	--	--	11 (1)
Lasius lasioides (Emery, 1869)	--	--	--	--	1 (1)	1 (1)
Lasius grandis Forel, 1909	388 (52)	408 (55)	869 (62)	253 (57)	287 (36)	2205 (262)
Plagiolepis pygmaea (Latreille, 1798)	18 (10)	2 (2)	126 (18)	143 (32)	337 (41)	627 (103)
Plagiolepis schmitzii Forel, 1895	1 (1)	2 (2)	14 (8)	76 (16)	6 (3)	99 (30)
Solenopsis spp	22 (11)	1 (1)	33 (11)	162 (43)	22 (11)	240 (77)
RIQUEZA	**20**	**18**	**27**	**27**	**23**	**--**
ESPECIES EXCLUSIVAS	**1**	**0**	**2**	**3**	**2**	**--**

En cuanto a los valores de diversidad, se han calculado según el índice de Margalef, considerándose el análisis más adecuado para este tipo de datos y los objetivos perseguidos. Según dicho índice, Los Sotos de la Albolafia tienen el mayor valor de diversidad, a continuación siguen los fragmentos de bosque de ribera localizados aguas arriba de Córdoba capital (Alcolea y Villafranca), y por último los situados aguas abajo (Palma del Río y Almodóvar) (Figura 3).

Para clasificar las cinco zonas del Guadalquivir en función de su fauna de hormigas, se ha realizado un diagrama de árbol. En la representación gráfica puede observarse cómo, en consonancia con los valores de diversidad (Figura 3), a un lado se agrupan las muestras del curso inferior del Guadalquivir a la ciudad de Córdoba (Almodóvar y Palma del Río) y al otro, las muestras del curso superior (Villafranca y Alcolea). Los Sotos de la Albolafia, quedan en una situación intermedia y diferente a los dos grupos anteriores, en todo caso más relacionado a los tramos de bosque del curso aguas arriba de Córdoba capital.

Al realizar un diagrama de árbol con los datos de cobertura vegetal (Figura 5), se observa que Los Sotos de La Albolafia aparecen, al igual que sucedía con la fauna de hormigas, como el medio más singular.

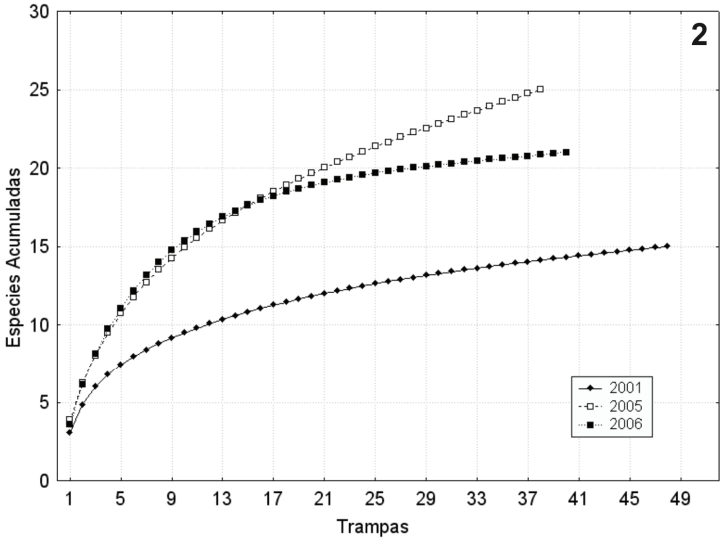


Fig. 2. Curvas de acumulación de especies por unidad de muestreo (trampa) para los tres años estudiados.

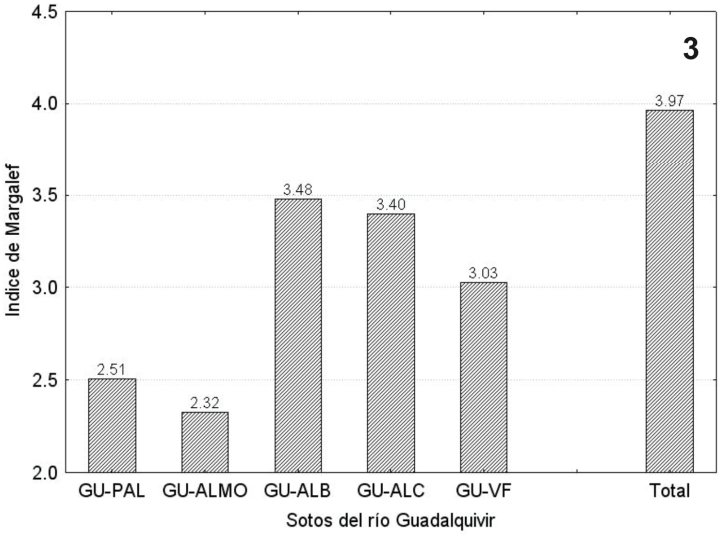


Fig. 3. Valores de diversidad de los sotos, según fauna de hormigas (índice de Margalef). Abreviaturas: GU-VF, Villafranca de Córdoba; GU-ALC, Alcolea; GU-ALB, Sotos de La Albolafia; GU-ALMO, Almodóvar del Río y GU-PAL, Palma del Río.

Discusión

En un trabajo anterior de los autores (Ordóñez *et al*., 2007), se encontraron 56 especies de formícidos en los bosques de ribera de la provincia de Córdoba, lo que supone una elevada riqueza en comparación con otras comunidades de hormigas analizadas. Por ejemplo, en Andalucía, entre diferentes estudios, se tienen datos de 19 especies en las dunas del Paraje Natural Punta Entinas-El Sabinar (Tinaut *et al*., 1994), 24 especies en el Parque Natural de los Alcornocales (Carpintero *et al*., 2000) ó 41 especies en el Parque Nacional de Doñana (Carpintero *et al*., 2001). En el presente trabajo, se han encontrado 37 especies (Tabla I), lo que continúa siendo un número elevado, ya que las zonas estudiadas, aunque con sus peculiaridades, son todas ellas bosques en galería del mismo río y relativamente próximas, en la misma provincia.

Las especies que aparecen con mayor abundancia y más ampliamente distribuidas (Tabla I), son especies generalistas, incluso oportunistas, como: *L. grandis*, *F. cunicularia* o *T. caespitum cfr*. Pero, también aparecen especies consideradas como no antropófilas, por ser boscófilas o asociadas a matorral (por ejemplo, *P. pygmaea*, *C. scutellaris*, las especies del género *Temnothorax* o las del género *Camponotus*). Por otro lado, también aparecen algunas especies bien adaptadas a las posibles inundaciones, como *T. nigerrimum*.

Asimismo, se ha detectado la presencia de dos especies exóticas, *L. humile* y *C. mauritanica*. De cualquier manera, la abundancia de estas especies siempre fue muy baja (tres individuos de *L. humile* en Almodóvar y uno en Alcolea y diez individuos de *C. mauritanica* en Almodóvar y uno en los Sotos de la Albolafia). De estas dos especies sólo la primera se considera invasora, pudiendo ocasionar graves perturbaciones en los ecosistemas que coloniza (Hölldobler & Wilson, 1990). El caso de *C. mauritanica* es especial, ya que algunos autores consideran que es originaria de sur del Mediterráneo (Espadaler, 2007). Sin embargo, la ecología de esta especie (distribución, forma de expansión) encaja mejor como "exótica" (Reyes-López *et al*., 2008). *C. mauritanica* está en expansión en la Península Ibérica, asociada a lugares húmedos y cálidos y, hasta el momento, no es considerada invasora (Gómez y Espadaler, 2006).

Tenemos que añadir que en el año 2007, fuera del presente estudio, se detectó la presencia de hormiga argentina (*Linepithema humile*) en los Sotos de la Albolafia. Dada la importancia de esta especie estamos realizando un seguimiento de la zona para determinar si se está produciendo una invasión efectiva, o, si por el contrario, no consigue establecerse en el área.

Tabla II. Porcentaje de cobertura vegetal en transectos lineales, de las diferentes zonas estudiadas.

	Palma del Río	Almodóvar del Río	Sotos Albolafia	Alcolea	Villafranca de Córdoba
AILANTO *Ailanthus altissima*	0	0	5,68	0	0
ALAMO *Populus alba*	84,75	71,35	2,62	37,75	87,00
ALMEZ *Celtis australis*	0	0	3,52	0	0
ANEA *Typha domingensis*	0	0	2,75	0	0
CAMINO	0	0	0,12	17,21	0
CULTIVO	0	0	0	3,25	0
EUCALIPTO *Eucalyptus camaldulensis*	0	0,21	0	0	0
HIGUERA *Ficus carica*	0	0	0,40	0	0
HOJARASCA	0	0,31	0	0	0
OLMO *Ulmus spp*.	0	0	25,24	0	0
PASTO	2,80	12,03	43,15	34,98	2,70
SAUCE *Salix alba*	5,57	7,34	19,73	0,31	6,00
SUELO	1,07	0,34	0	0	0,90
TARAJE *Tamarix africana*	5,75	8,39	0	12,00	8,00
Total tipos de coberturas	**5**	**7**	**9**	**6**	**5**
Metros totales	**300m**	**320m**	**400m**	**320m**	**300m**

En cuanto a la semejanza entre las comunidades de hormigas de las diferentes zonas, hay que señalar que un gran porcentaje de las especies se encontraron en las 5 zonas estudiadas (35,15 %). Este resultado es lógico, puesto que estamos estudiando 5 puntos de bosque de galería del mismo río y relativamente cercanos, como se indicó anteriormente. Sin embargo, también encontramos un elevado número de especies que sólo aparecieron en una o dos de las zonas (el 43,24 % aparecen sólo en 1-2 zonas). Estos valores resaltan la importancia de las hormigas como especies bioindicadoras, ya que aspectos como cambios en la vegetación, localización y grado de conservación de las áreas, van a permitir la presencia de unas u otras especies. A este respecto, los Sotos de la Albolafia aparecen como el medio más singular, diferente tanto en su mirmecofauna como en su cobertura vegetal al resto de puntos muestreados (Figuras 4 y 5; Tabla II).

Además, en Los Sotos de la Albolafia se ha observado un incremento en la riqueza de especies desde su declaración como Monumento Natural, de un 80% (de 15 especies en el año 2001, a 27 especies en los años 2005/06). Este hecho se relaciona con que en el intervalo desde la declaración de Monumento Natural del área y los últimos muestreos, puede observarse en la zona un gran incremento de la vegetación y en concreto de la masa forestal (Figura 1). Asimismo, desde de la protección legal de la zona, se han eliminado numerosas molestias como la presencia de ganado, o las actividades de pesca.

Con respecto a los valores de diversidad, el índice de Margalef indica cómo Los Sotos de la Albolafia muestran el mayor valor, en comparación con los otros sotos muestreados (Figura 3). A continuación muestran valores más elevados los fragmentos de bosque de ribera situados aguas arriba de Córdoba, y por último los situados aguas abajo. En este sentido, hay que considerar además la distancia a núcleos urbanos y el grado de conservación de las zonas estudiadas. Así, excluyendo el caso de Los Sotos de la Albolafia, los espacios con menores valores de diversidad están más próximos a núcleos urbanos, que los espacios con mayores índices. Por tanto, hay que destacar que los Sotos de la Albolafia, pese a encontrarse en el interior del mayor núcleo urbano del estudio, presenta, sin embargo, el mayor valor de diversidad. En cuanto al grado de conservación, tras el mayor valor de diversidad en Los Sotos, encontramos el caso de Alcolea. Como se ha señalado, se trata de una arboleda con ejemplares de árboles de notable edad y tamaño, catalogada como "arboleda singular" por la Delegación de Medio Ambiente de la Diputación de Córdoba.

En cuanto al papel que cumplen las pequeñas áreas protegidas en la conservación de la diversidad biológica, aunque las estrategias, tanto internacionales como nacionales, de conservación hacen referencia a la necesidad de conservar espacios lo suficientemente extensos para conseguir buenas medidas de protección de la biodiversidad (Múgica *et al.*, 2002), esta medida no se considera en todos los casos suficiente. En primer lugar no siempre es posible poder proteger áreas lo bastante extensas para la protección de determinados organismos, sobre todo porque estén ya excesivamente humanizadas. En segundo lugar, aunque se hayan protegido áreas de superficie importante, será necesario conseguir conectar dichas áreas de alguna manera, para que pueda producirse un flujo de individuos entre ellas y un saludable intercambio genético (Armesto *et al.*, 2002). Esta conectividad puede facilitarse mediante la creación de corredores verdes o la protección de pequeños parches intermedios, de tamaño crítico (D'Eon *et al*., 2002; Jordán, 2003). Como corredores verdes, los bosques de ribera, en general, cumplen un importante papel en la conectividad de los espacios protegidos, al estar dicha conectividad muy ligada a las estructuras lineales del paisaje (Múgica *et al.*, 2002). Como pequeños parches intermedios protegidos, no deben desdeñarse figuras de protección como la de Monumento Natural. Otras figuras de protección, también para pequeñas superficies, se han mostrado asimismo muy efectivas en la conservación de las especies endémicas, raras o amenazadas y de las formas singulares de vegetación natural. Es el caso de las microrreservas (Gimeno *et al*., 2001). Por ejemplo, en la Comunidad Valenciana, gracias a su red de microrreservas de flora, se registra la tasa más elevada de atención directa a la conservación botánica en un ámbito regional de toda Europa, según los responsables de la Consejería de Territorio y Vivienda. En este sentido, estas microrreservas de flora se han convertido en un ejemplo para otras comunidades autónomas y diferentes países europeos, gracias al programa LIFE-Naturaleza de la Comisión Europea. De hecho, numerosos estudios muestran el alto valor ecológico que pueden alcanzar pequeños y medianos parches, para la conservación de diferentes grupos faunísticos, así como para la conectividad de espacios mayores (Lindenmayer *et al*., 2008).

Fig. 4. Dendograma de agrupamiento de las comunidades de hormigas, de los sotos estudiados (basado en la distancia euclídea y como método de agregación: media ponderada por pares). El valor de las abreviaturas está indicado en la Figura 2.

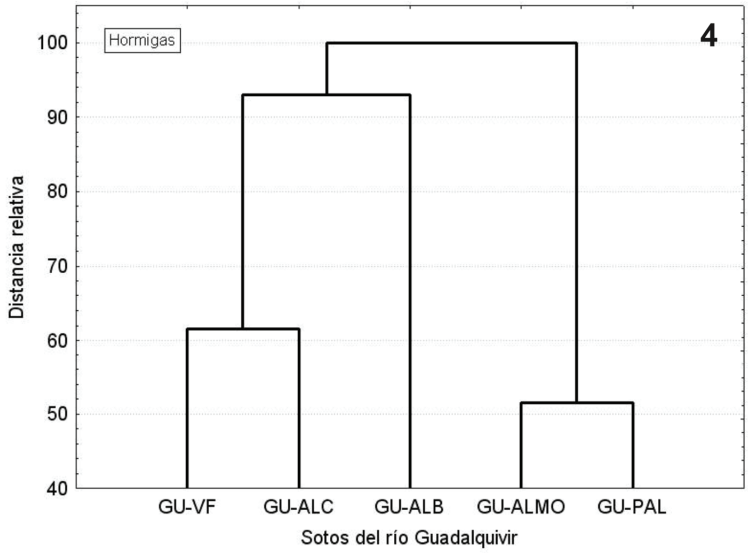
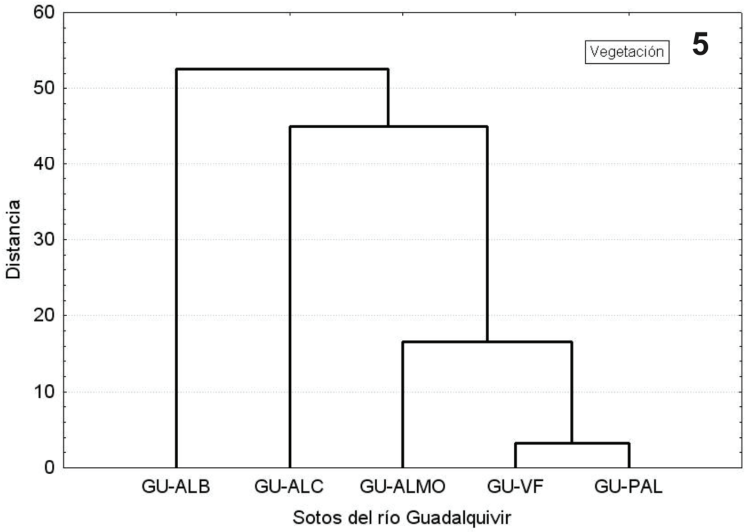


Fig. 5. Dendograma de agrupamiento de de los sotos estudiados, en función de la cobertura vegetal (distancias euclidianas). El valor de las abreviaturas está indicado en la Figura 3.



Estos resultados se ven reflejados en el presente estudio, dado que desde la protección de Los Sotos de la Albolafia se ha producido un incremento en la riqueza y diversidad en la comunidad de hormigas, que ha llevado a que dicho enclave aparezca como un medio con una fauna en mejor estado que la de otros enclaves similares y próximos. Todo ello, por añadidura, pese a su localización en el interior de un importante núcleo urbano.

En la actualidad, en la provincia de Córdoba, se ha propuesto para su protección con la figura de Monumento Natural el paraje de los arroyos Bejarano y El Molino, dado su alto valor ecológico y cultural. Nosotros, desde aquí, visto en el presente trabajo la validez que tiene esta figura de protección para medios de este tipo, queremos hacer llegar nuestro apoyo a esta iniciativa.

Agradecimiento

Queremos agradecer a Ana Moreno y Mariló Molina su ayuda fundamental en el trabajo de campo y separación de las muestras. Parte de las investigaciones que se presentan en este artículo han sido financiadas gracias al proyecto CGL2004-00674/BOS, del Ministerio de Educación y Ciencia.

Bibliografía

AGOSTI, D., J. MAJER, E. ALONSO & T.R. SCHULTZ (Editors) 2000. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Biological Diversity Handbook Series. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.

ARMESTO, J.J., C. PAPIC & P. PLISCOFF 2002. Relevancia de las pequeñas áreas silvestres para la conservación de la biodiversidad en el bosque nativo. *Ambiente y Desarrollo*, **18**(1): 44-50.

BOLTON, B. 1995. *A new genera catalogue of the ants of the world*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.

CANO, F.J. 2004. Los odonatos del monumento natural de los Sotos de la Albolafia: río Guadalquivir (Córdoba, Andalucía). *Boletín de la Sociedad Andaluza de Entomología*, **11**: 7-13

CARPINTERO, S., A. TINAUT, A. HERRERA GRAO & M. FERRERAS ROMERO 2000. Estudio faunístico y ecológico de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la cuenca superior del río Hozgarganta (Parque Natural Los Alcornocales, Cádiz). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **24**(3-4): 124-138.

CARPINTERO, S., A. TINAUT, J. REYES & L. ARIAS 2001. Estudio faunístico de los formícidos (Hymenoptera, Formicidae) del Parque Nacional de Doñana. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **25**(1-2): 133-152.

D'EON, R., S.M. GLENN, I. PARFITT & M.J. FORTIN 2002. Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape. *Conservation Ecology*, **6**(2): 10.

DIAMOND, J.D. 1975. The island dilemma. Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation*, **7**:129-146.

ESPADALER, X. 2007. The ants of El Hierro (Canary Islands). In Snelling, R. R., B. L. Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson – 50 years of contributions. a. P. S. W. e. Fisher. *Memoirs of the American Entomological Institute*, **80**: 113-127.

GIMENO, C., F. PUCHE, J.G. SEGARRA & E. LAGUNA 2001. Modelo de conservación de la flora briológica en la Comunidad Valenciana: microrreservas de flora criptogámica. *Botanica Complutensis*, **25**: 221-231.

GÓMEZ, K. & X. ESPADALER 2006. Exotic ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Balearic Islands. *Myrmecologische Nachrichten*, **8**: 225-233.

HÖLLDOBLER, B. & E.O. WILSON 1990. *The Ants*. Ed. Springer-Verlag, Berlin.

JORDÁN, F. 2003. Quantifying landscape connectivity: key patches and key corridors. In: Tiezzi, E., Brebbia, C. A. and Usó, J.-L. (eds.), Ecosystems and Sustainable Development IV, WIT Press, Southampton, pp. 883-892.

LARA, F., R. GARILLETI & J.A. CALLEJA 2004. *La vegetación de ribera de la mitad norte española*. Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX. Serie Monografías, 81. Madrid.

LINDENMAYER, D., R. HOBBS, R. MONTAGUE-DRAKE, J. ALEXANDRA, A. BENNETT, M. BURGMAN, P. CALE, A. CALHOUN, V. CRAMER, P. CULLEN, D. DRISCOLL, L. FAHRIG, J. FISCHER, J. FRANKLIN, Y. HAILA, H. HUNTER, P. GIBBONS, S. LAKE, G. LUCK, C. MACGREGOR, S. MCINTYRE, R. MAC NALLY, A. MANNING, J. MILLER, H. MOONEY, R. NOSS, H. POSSINGHAM, D. SAUNDERS, F. SCHMIEGELOW, M. SCOTT, D. SIMBERLOFF, T. SISK, G. TABOR, B. WALKER, J. WIENS, J. WOINARSKI & E. ZAVALETA 2008. A checklist for ecological management of landscapes for conservation. *Ecol. Letters*, **11**: 78-91.

MACARTHUR, R. H & E.O. WILSON 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press. Princeton (New Jersey).

MÚGICA, M., J.V. DE LUCIO, C. MARTÍNEZ, P. SASTRE, J.A. ATAURI, C. MONTES, H. CASTRO, F. MOLINA & R. GARCÍA 2002. Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

ORDOÑEZ, C., J. REYES & S. CARPINTERO 2007. Estudio faunístico de los formícidos (Hymenoptera: Formicidae) asociados a los bosques de ribera en la provincia de Córdoba (España). Primeras aportaciones. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, **40**: 367-375.

REYES-LOPEZ, J., S. CARPINTERO & C. ORDOÑEZ 2008. Relación actual de hormigas alóctonas de Andalucía (Sur de España). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **32**(1-2): 81-94.

SEIFERT, B. 1992. A taxonomic revision of the Palaearctic members of the ants subgenus Laisus s. str. (Hym.: Formicidae). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*, **66**(5): 1-67

TAMAJÓN, R. & J. REYES-LOPEZ 2002. Árboles y arboledas singulares de la provincia de Córdoba. Diputación de Córdoba. Departamento de Medio Ambiente y Protección Civil.

TINAUT, A. 1982. Evolución anual de la mirmecocenosis de un encinar. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, **11**(22): 49-56.

TINAUT, A., F. RUANO, J. HIDALGO & M. BALLESTA 1994. Mirmecocenosis del sistema de dunas del Paraje Natural Punta Entinas-El Sabinar (Almería) (Hymenoptera: Formicidae). Aspectos taxonómicos, funcionales y biogeográficos. *Graellsia*, **50**: 71-84.

UNDERWOOD, E.C. & B.L. FISHER 2006. The role of ants in conservation monitoring: If, when, and how. *Biological Conservation*, **132**: 166-182.

WHITTAKER, R. J., M.B. ARAÚJO, P. JEPSON, R.J. LADLE, J.E.M. WATSON & K.J. WILLISET 2005. Conservation Biogeography: Assessment and Prospect. *Diversity and Distributions*, **11**: 3-23.