

## HORMIGAS (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) DE LOS ACANTILADOS DE L'AVENC DE TAVERTET (BARCELONA, PENÍNSULA IBÉRICA)

Fede García<sup>1</sup>, Xavier Espadaler<sup>2</sup>, Pedro Echave<sup>3</sup> & Roger Vila<sup>4</sup>

<sup>1</sup> C/ Sant Fructuós 113, 3º 3ª 08004 Barcelona, España. – chousas2@gmail.com

<sup>2</sup> Unidad de Ecología y CREA. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193 Bellaterra, España – xavier.espadaler@uab.es

<sup>3</sup> Av Catalunya 66 2-1 08290 Cerdanyola del Vallès, España.

<sup>4</sup> Asociación Ibérica de Mirmecología – rogervilamani@gmail.com

**Resumen:** El inventario de las hormigas presentes en los acantilados de l'Avenc de Tavertet alcanza las 37 especies. El género más diversificado es *Temnothorax*, con 8 especies. Tres de ellas (*Temnothorax grouvellei*, *T. krausseii* y *T. tristis*) eran conocidas previamente de dos localidades en Cataluña. Se discuten dos casos de hongos epizoicos, el ascomiceto *Rickia wasmannii* sobre *Myrmica spinosior* y *M. specioides*, y el deuteromiceto *Aegeritella tuberculata* en *Lasius distinguendus*.

**Palabras clave:** Hymenoptera, Formicidae, *Temnothorax tristis*, *Temnothorax grouvellei*, *Temnothorax krausseii*, *Rickia wasmannii*, *Aegeritella tuberculata*, Península Ibérica, Cataluña.

### Ants (Hymenoptera, Formicidae) from the cliffs of the Avenc de Tavertet (Barcelona, Iberian Peninsula)

**Abstract:** Thirty-seven ant species have been listed from the cliffs of the Avenc de Tavertet. The most diversified genus is *Temnothorax*, with 8 species. Three of them –*Temnothorax grouvellei*, *T. krausseii* and *T. tristis*— were previously known from two other localities in Catalonia. Two cases of epizoic fungi (the ascomycete *Rickia wasmannii* on *Myrmica spinosior* and *M. specioides*, and the deuteromycete *Aegeritella tuberculata* on *Lasius distinguendus*) are reported as well.

**Key words:** Hymenoptera, Formicidae, *Temnothorax tristis*, *Temnothorax grouvellei*, *Temnothorax krausseii*, *Rickia wasmannii*, *Aegeritella tuberculata*, Iberian Peninsula, Catalonia.

## Introducción

Los acantilados de l'Avenc de Tavertet son un espacio natural de gran valor paisajístico dominado por bosques de robles, prados y acantilados. El espacio tiene una superficie total de 250 ha en régimen de propiedad por parte de la Obra Social de Caixa de Catalunya, aumentadas por 54 ha en régimen de custodia del territorio y que son de propiedad privada. Pertenecen al municipio de Tavertet (Barcelona).

El altiplano se encuentra sobre un macizo de materiales terciarios sedimentarios de procedencia oceánica y está formado por una plataforma calcárea tabular elevada con unos barrancos de verticalidad superior a los 200 metros. En esta zona encontramos bosques de robles, de hayas y de avellanos, aunque la mayor parte del territorio está cubierto por otras comunidades vegetales como prados mesófilos de media montaña, prados de junquillo o antiguos campos de cultivo reconvertidos en prados artificiales.

El estado actual de protección legal de esta zona es la que ofrece su pertenencia al Pla d'Espais d'Interès Natural de Catalunya (espacio de Collsacabra) y a la Red Natura 2000 (Sistema transversal catalán). En el momento de redactar el presente trabajo, la zona se encuentra bajo un plan de gestión por parte del Àrea de Territori i Paisatge de l'Obra Social de Caixa de Catalunya y del Grup de Naturalistes d'Osona-Institució Catalana d'Història Natural.

Aún poco difundida en España (Arquimbau *et al.*, 2001), la custodia del territorio, en sentido amplio, sirve "...como una herramienta más en la estrategia para conservar los valores naturales, culturales y de paisaje del territorio. Sus objetivos consisten en apoyar el trabajo de las entidades de custodia, difundir la filosofía a potenciales entidades de custodia y al público en general, colaborar con actores sociales públicos y privados para poner en práctica su uso e impulsar

la investigación y la realización de proyectos piloto en el campo de la custodia." (<http://www.custodiaterritori.org/index1.php>). La idea viene de lejos (EEUU) y de hace tiempo (1917). Véase una perspectiva de alcance global—The Nature Conservancy— en <http://www.nature.org/>.

Con el fin de contribuir a valorar con más información este espacio natural, se decidió realizar un inventario de hormigas en el mismo. No constan datos sobre las mismas en la literatura.

## Material y métodos

Cuatro miembros de la Asociación Ibérica de Mirmecología (AIM: <http://www.mirmiberica.org>) pudimos llevar a cabo un muestreo de hormigas (5 y 6 septiembre 2009). La metodología seguida es la usual cuando se aborda un trabajo de prospección general, con la intención de establecer el inventario lo más completo posible para una zona determinada. En cada estación de muestreo nos desplazábamos por separado, buscando visualmente en aquellos microhábitats donde se sabe pueden nidificar las hormigas (bajo piedras o troncos, directamente en el suelo, bajo cortezas, dentro de agallas, bellotas o ramillas en el suelo, en hendiduras de piedras). Cuando ha sido necesario se guardaron muestras en alcohol para comprobación en el laboratorio o se han conservado sociedades completas en nidos de laboratorio hasta la maduración y eclosión de castas necesaria para una identificación específica (*Temnothorax* Mayr, *Tetramorium* Mayr). Para aumentar el espectro de especies detectadas se decidió visitar distintos tipos de vegetación siguiendo los mapas proporcionados por Carne Casas (Universidad de Vic). Se visitaron los siguientes (se indica la toponimia local) (Fig. 1):

1. Robledal mixto, con pino albar, sabina, boj y enebro (Collsavenc) (41°59'55"N 2°25'57"E; altitud 977 m; 5.vi.2009). Vegetación: *Buxo-Quercetum*.
2. Hayedo (sector de Rajols) (42°01'06"N 2°26'30"E; altitud 1080 m; 5.vi.2009). *Helleboro-Fagetum*.
3. Robledal muy abierto, degradado por el ganado y muy nitrófilo, limitando con el acantilado (Pla Boixer) (42°00'30"N 2°27'09"E; altitud 1108 m; 5.vi.2009). *Onopordion* y *Arction*.
4. Avellanar con pino albar muy escaso (Torrent de l'Avellanosa) (42°00'12"N 2°26'5.5"; altitud 985 m; 5.vi.2009). *Hepatico-Coryletum*.
5. Matorral de brezo (*Lavandulo-Ericetum scopariae*) y landa de calluna (*Chamaecytisso-Callunetum*) situados bajo El Pedró (42°01'08"N 2°26'15"; altitud 1164 m; 6.vi.2009). Se consideran conjuntamente debido a su muy limitada extensión y absoluta proximidad física.
6. Prados terofíticos (Plans de Monteis) (42°00'21"N 2°26'4.8"E; altitud 1105 m; 6.vi.2009). *Helianthemion guttati* y *Thero-Airion*.

Aunque los resultados de los estimadores pueden ser vistos con escepticismo (King & Porter, 2005), la exhaustividad del inventario (datos tipo presencia/ausencia) se evaluó siguiendo el protocolo propuesto por Brose *et al.* (2003). Mediante varios estimadores no paramétricos se obtiene una idea preliminar de la riqueza esperada en especies, en un rango variable según cada estimador. Se han usado los siguientes: Jackknife 1, Jackknife 2, ICE, Chao2, MM, obtenidos con el programa EstimateS (Colwell, 2006) y con 200 repeticiones. Para cada uno, se obtiene la proporción de especies encontradas en el inventario total con respecto al mismo. La media (en %) de los valores se usa como criterio para escoger el estimador más conveniente (ver Brose *et al.*, 2003, fig. 6). En nuestro caso, resultó ser el estimador Jackknife 2. La composición específica de las comunidades de hormigas de las zonas visitadas se comparó mediante el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (Magurran, 2006) usando datos de presencia/ausencia (lo cual equivale al coeficiente de Sørensen). Este coeficiente, que varía de 0 a 100, evalúa cuantitativamente cuán parecidas son las comunidades, dos a dos. La matriz multidimensional se forzó en un diagrama no métrico de dos dimensiones (Clarke & Warwick, 2001) para visualizar la similitud general de comunidades de hormigas. Se deposita una muestra del material estudiado en el Museu de Ciències Naturals de Barcelona.

## Resultados y discusión

Se identificaron 37 especies y 15 géneros. En la Tabla I se indican las especies encontradas, según los tipos de vegetación estudiados. Abarcan un rango de 5 (hayedo) hasta 17 especies (robledal mixto y robledal abierto). El hayedo no comparte ninguna especie con el robledal abierto ni con el matorral de brezo + landa de brechina.

Según el estimador no paramétrico Jackknife 2 podemos esperar encontrar 64,3 especies en la zona estudiada. Ello implica una exhaustividad aproximada del 57% para el inventario de la zona estudiada. Siguen a continuación unos breves comentarios sobre las especies de mayor interés.

*Temnothorax tristis* Bondroit. Se ha detectado en la zona del Pla Boixer, a pocos metros del acantilado. Se encontró bajo

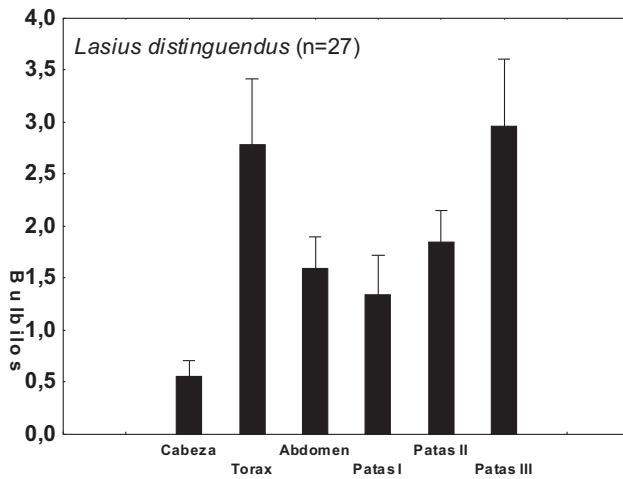
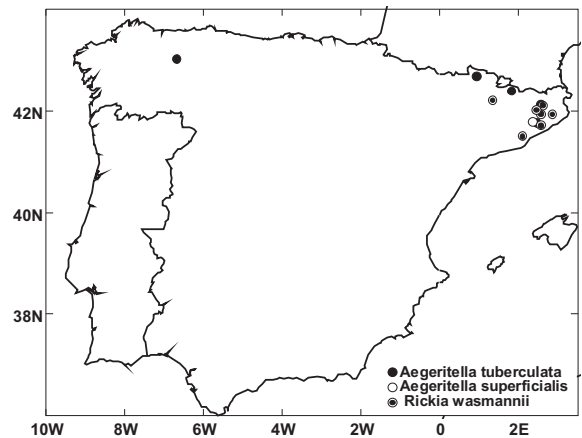
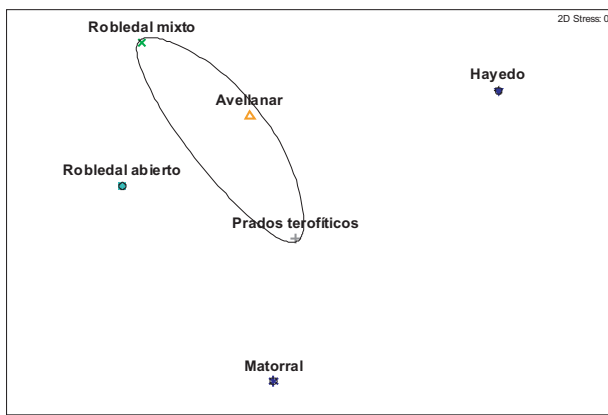
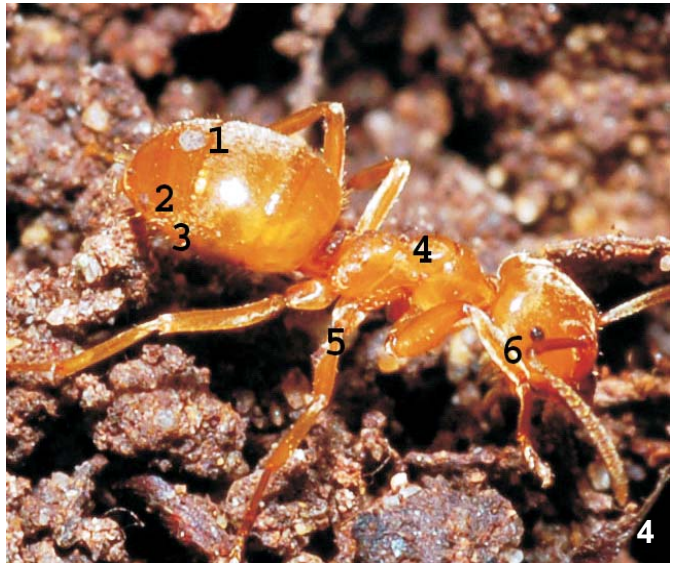
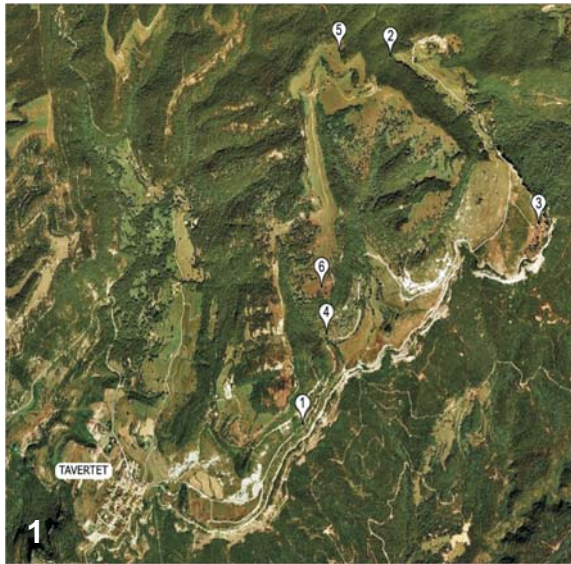
piedra. Es la tercera vez que se cita en Cataluña. Se conocía de Queralbs (Espadaler, 1997) y de las Planes de Son (Espadaler *et al.*, en prensa). El género *Temnothorax* cuenta con cerca de 50 especies en la Península Ibérica y es de los más complejos en algunos grupos – las especies amarillas, por ejemplo, de las que forma parte *T. tristis*— que están todavía por resolver taxonómicamente. *Temnothorax grouvellei* Bondroit es una especie de montaña mediterránea media y alta. Se conocía en Cataluña en dos localidades, en Olot (Collingwood & Yarrow, 1969; citada como *Leptothorax nigrita* Emery) y en el desfiladero de Montrebei (Espadaler *et al.*, 2009). Lo mismo se aplica a la arborícola *Temnothorax krausseii*, de la que hay dos localidades conocidas, en el Coll d'Estenalles, cerca de Terrassa y el desfiladero de Montrebei (Espadaler *et al.*, 2009).

*Stenammina debile*. En el momento de la captura (5.ix.2009) había machos en el nido. También se encontraron machos en nidos de *M. graminicola*, *M. sabuleti* y machos y reinas en nidos de *Solenopsis* sp., *T. krausseii* y *T. impurum*.

Una ordenación multivariante de la similitud en la composición de las comunidades, usando presencia/ausencia, reproduce de manera casi absoluta en dos dimensiones (2D stress = 0,01) la matriz de similitudes y de manera relativamente coherente las estaciones (Fig. 2). Aún sin tener el mismo significado directo que en un análisis de componentes principales (PCA), la disposición de los elementos en el gráfico permite una interpretación *a posteriori* de los mismos, vinculada con variables no analizadas explícitamente. En este caso, el eje horizontal podría indicar un gradiente de humedad y el eje vertical uno de recubrimiento vegetal.

*Rickia wasmannii* Cavara. Este hongo epizoico se detectó en dos estaciones. 1) En dos nidos de *Myrmica spinosior* de la zona 3 (robledal muy abierto, degradado) se encontró que la mayoría de obreras (nido 1: 58 de 71; nido 2: 24 de 24) estaba infestada en grado extremo por aquella laboulbenial. 2) En obreras de *Myrmica specioides* capturadas forrajeando en un punto con escorrentía de la zona 5, la infestación era muchísimo más baja en cada individuo, limitándose los hongos a la parte frontal de la cabeza. En la Península se había mencionado este hongo en *Myrmica specioides* Bondroit (Quart, Girona) y *M. spinosior* (como *M. sabuleti*) en Organyà (Lérida) y Santa Maria de Finestres (Girona) (Espadaler & Suñer, 1989) y en Bellaterra, Riells i Viabrea (Barcelona) (Santamaría, 1996).

*Aegeritella tuberculata* Balazy & Wiśniewski. En dos nidos de *Lasius (Chthonolasius) distinguendus* de la zona 2 (hayedo) las obreras tenían bulbilos del deutericeto. Los bulbilos tiene aspecto como de pequeñas gotas de fango, bien adheridas a la cutícula. Cuando están bien desarrollados el aspecto es circular y aplanado con una ligera protuberancia central; cuando están en fases anteriores se asemejan a gránulos pequeños, ligeramente más oscuros que la cutícula (Fig. 4). Se capturó un total de 24 obreras en un nido y 3 en el segundo. La prevalencia de *Aegeritella* Balazy & Wiśniewski en las obreras del primer nido era del 92,3% y en el segundo estaban las tres afectadas. La tendencia para los bulbilos a ser más numerosos en sentido antero-posterior, ya puesta de manifiesto en otros casos (Espadaler & Monteserín 2003), se cumple para las patas pero sólo parcialmente para el gradiente cabeza-tórax-abdomen (Fig. 5, Tabla II).



**Fig.1.** Estaciones de muestreo de hormigas en el espacio de los Acantilados de l'Avenc de Tavertet (Osona). **Fig. 2.** Ordenación multidimensional, no métrica, de las estaciones según presencia/ ausencia de las especies de hormigas. Se muestran englobadas aquellas que tienen un nivel de similitud igual o superior al 40% en la composición de la comunidad de hormigas. **Fig. 3.** Distribución de las citas conocidas hasta Junio 2010 de *Rickia wasmannii* Cavara y *Aegeritella* sp. en la Península Ibérica. **Fig. 4.** *Lasius distinguendus*, obrera. Se indican los bulbilos de *Aegeritella*, situados a la izquierda de cada dígito (1, 2, 3 en gaster; 4 en mesosoma; 5 y 6 en patas). **Fig. 5.** Media  $\pm$  error estándar del número de bulbilos de *Aegeritella* en diferentes zonas del cuerpo de *Lasius distinguendus* Emery.

**Fig.1.** Ant sampling sites in the area of the Avenc de Tavertet cliffs. **Fig. 2.** Multidimensional, non-metric placement of the sites according to presence/absence of the ant species. We have encircled those sites with a similarity level equal to or higher than 40% in the composition of the ant community (R.m., mixed oak forest; Hayedo, beech forest; Avellanar, hazel wood; R.a., open oak forest; P.t., terophytic meadows; Matorral, scrubland). **Fig. 3.** Distribution (up to June 2010) of *Rickia wasmannii* Cavara and *Aegeritella* sp. in the Iberian Peninsula. **Fig. 4.** *Lasius distinguendus*, worker. The numbers refer to the *Aegeritella* bulbils, which appear to the left of each figure (1, 2, 3 on gaster; 4 on mesosoma; 5 and 6 on legs). **Fig. 5.** Average  $\pm$  standard error of the number of *Aegeritella* bulbils in various parts of the body of *Lasius distinguendus* Emery.

**Tabla I. Estaciones estudiadas (1 a 6; ver texto) y especies de hormigas detectadas (en **negrita**, especies parásitas sociales). // Studied sites (1 to 6; see text) and detected ant species (in **bold**, social parasitic species).**

	1	2	3	4	5	6
<i>Aphaenogaster gibbosa</i> (Latreille)	+	-	-	+	+	+
<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)	+	-	-	+	-	-
<i>Camponotus aethiops</i> (Latreille)	+	-	+	+	-	-
<i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille)	+	-	-	-	-	-
<i>Camponotus lateralis</i> (Olivier)	-	-	-	-	-	+
<i>Camponotus truncatus</i> (Spinola)	-	-	+	-	-	-
<i>Crematogaster auberti</i> (Emery)	-	-	+	-	-	-
<i>Formica cunicularia</i> Latreille	-	-	+	+	-	+
<i>Formica gagates</i> Latreille	+	-	+	+	-	-
<b><i>Formica pratensis</i> Retzius</b>	-	-	+	-	-	-
<b><i>Formica sanguinea</i> Latreille</b>	-	-	+	-	-	-
<i>Lasius alienus</i> (Förster)	-	-	+	-	+	-
<i>Lasius brunneus</i> (Latreille)	-	-	+	-	-	-
<i>Lasius cinereus</i> Seifert	+	-	-	+	-	-
<b><i>Lasius distinguendus</i> Emery</b>	-	+	-	-	-	-
<i>Lasius emarginatus</i> (Olivier)	-	+	-	+	-	+
<i>Myrmecina graminicola</i> (Latreille)	+	+	-	+	-	-
<i>Myrmica rubra</i> (L.)	-	-	-	-	+	-
<i>Myrmica sabuleti</i> Meinert	-	-	-	-	+	-
<i>Myrmica specioides</i> Bondroit	-	-	-	-	+	-
<i>Myrmica spinosior</i> Santschi	+	-	+	-	-	-
<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)	-	-	+	+	-	+
<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)	+	-	-	+	-	+
<i>Ponera coarctata</i> (Latreille)	+	-	-	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.	+	-	+	+	+	-
<i>Stenamma debile</i> (Förster)	-	+	-	-	-	-
<i>Tapinoma madeirense</i> Forel	+	-	+	+	+	+
<i>Tapinoma nigerrimum</i> Nylander	-	-	+	-	-	-
<i>Temnothorax affinis</i> (Mayr)	-	-	-	-	+	-
<i>Temnothorax grouvellei</i> (Bondroit)	-	-	-	-	+	-
<i>Temnothorax krausseii</i> (Emery)	+	-	+	+	-	-
<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)	+	-	-	-	-	-
<i>Temnothorax nylanderi</i> (Förster)	+	+	-	+	-	+
<i>Temnothorax rabaudi</i> (Bondroit)	+	-	-	-	-	-
<i>Temnothorax tristis</i> (Bondroit)	-	-	+	-	-	-
<i>Temnothorax unifasciatus</i> (Latreille)	+	-	-	-	-	-
<i>Tetramorium impurum</i> (Förster)	-	-	+	-	+	+
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>9</b>

**Tabla II. Distribución, según zonas corporales, del número de bulbilos de *Aegeritella* en *Lasius distinguendus* Emery (hayedo de Rajols, Tavertet). // Distribution, per part of the body, of the number of *Aegeritella* bulbils in *Lasius distinguendus* Emery (Rajols beech forest, Tavertet) (media = average; e.e. = standard error).**

	media	e.e.
Cabeza	0,56	0,15
Tórax	2,78	0,64
Abdomen	1,59	0,29
Patás I	1,33	0,38
Patás II	1,85	0,29
Patás III	2,96	0,63

El hongo ya se conocía de la región, en Sant Julià del Corb (Gerona), sobre *Lasius umbratus* (Nylander) y en Santa Fe del Montseny (Barcelona) sobre *L. distinguendus* (Espadaler & Suñer, 1989). También para este hongo se cumple lo comentado para la distribución sesgada en *R. wasmannii* (Fig. 3) y cabe aceptar que está altamente infradocumentado.

## Conclusiones

En la zona estudiada hay casi una cuarta parte de la fauna mirmecológica conocida en Cataluña, que es de 159 especies (Roig *et al.*, 2008). El rango de altitudes estudiado –unos 200

m— es relativamente reducido, por lo que las 37 especies detectadas no nos parece, en principio, una cifra desdeñable. Sin embargo, la estima (Jackniffe 2) de 64,3 especies posibles, sugiere que el muestreo es incompleto. Pensamos que el matorral y los prados terofíticos, las formaciones vegetales más abiertas, proporcionaron un número bajo, y muy parcial, de especies. La vegetación de matorral, relativamente abierta para recibir mucha insolación, pero con suficiente estructura vegetal como para generar multitud de microhábitats de nidificación para hormigas, es la más rica en especies de hormigas en el subcontinente europeo (Kumschick *et al.*, 2009). Posiblemente la época de estudio, a fines de verano, no es la óptima para este tipo de muestreos generales de mirmecofauna. Es bien conocida en la zona mediterránea la estacionalidad que muestran las hormigas en su grado de actividad epigea (Abril *et al.*, 2007; Bonaric, 1971; Tinaut, 1982).

La composición del listado permite identificar componentes mediterráneos (*Aphaenogaster* Mayr, *Pheidole* Westwood, *Camponotus* Mayr, *L. cinereus* o *F. gagates*) y componentes septentrionales (*F. sanguinea*, *L. brunneus*, *M. graminicola* o *S. debile*). Ello se corresponde estrechamente con la composición general de la vegetación, que muestra influencias de la Europa húmeda en una zona mediterránea (Orta *et al.*, 1992: 195).

En lo referente al valor de conservación, el mayor lo tienen las especies parásitas. En la zona estudiada las hay que son intolerantes a las reinas huésped (*L. distinguendus*), otras son parásitas sociales temporales (*F. pratensis*) y las hay esclavistas facultativas (*F. sanguinea* con *F. cunicularia* en nuestro caso). Estos estilos de vida son más probables cuanto más abundantes, densas y homogéneas sean las poblaciones de las especies huésped (Hölldobler & Wilson, 1990), y ello se da en hábitats que sean de una calidad excelente para el huésped (Passera & Aron, 2005).

Las comunidades de hormigas de Tavertet, en su composición y comparadas entre ellas, ofrecen una imagen coherente con las características físicas, estructurales, de las comunidades vegetales en las que se encuentran. Ello ya se ha puesto de manifiesto en repetidas ocasiones (Fowler & Claver, 1991; Bestelmeyer & Wiens, 2001; Wang *et al.*, 2001; Lubertazzi & Tshinkel, 2003), mostrando así el valor de las hormigas como organismos bioindicadores en general (Peck *et al.* 1998; Andersen & Majer, 2004; Majer *et al.*, 2007).

La distribución conocida para *R. wasmannii* debe ser tomada como absolutamente parcial, ya que el género *Myrmica* Latreille está distribuido por toda la Península y no parece haber razón biológica o climática alguna para que *R. wasmannii* esté limitada al cuadrante nordeste (Fig. 3). A pesar del sorprendente, exagerado aspecto de parasitación en el primer caso, las hormigas no aparentaban molestia alguna en su desplazamiento. No conocemos de ningún estudio que indique si en las sociedades con tal grado de infestación hay una reducción en su capacidad de recolectar alimento, de producir sexuosos, o de mera supervivencia. De hecho, se considera que efecto de los laboulbeniales es inocuo, inofensivo (Santamaría, 2001). También para *Aegeritella* se cumple lo comentado para la distribución sesgada en *R. wasmannii* (Fig. 3) y cabe aceptar que está altamente infradocumentado. Sigue siendo discutible el apelativo que cabe adjudicar a dichos hongos cuando se encuentran sobre hormigas, si es el más funcional de ectoparásitos, el ambiguo de “entomogenous” (Weir & Beakes, 1995) o, simplemente, el puramente

descriptivo de epizoicos. En el presente trabajo optamos por este último.

La distribución ibérica de los hongos *R. wasmannii* y de *Aegeritella*, muy desigual geográficamente, puede interpretarse en parte como un artefacto de la intensidad de estudio de la zona nordeste (Gaston & May, 1992) y atribuirse en parte al desconocimiento del aspecto exterior, o de su significado, por parte de los entomólogos. Vayan estas líneas como una llamada de atención a los mismos a fin de que estén prevenidos de su posible aparición.

### Agradecimiento

La Obra Social de Caixa Catalunya adquiere espacios de gran valor ecológico o paisajístico que podrían ser alterados por actividades poco respetuosas, con un interés especial por las zonas que han quedado fuera de la red oficial de espacios protegidos y son más susceptibles de degradación. Su gestión corresponde a la Fundació Caixa Catalunya-Àrea de Territori i Paisatge, que permetió el libre acceso y estudio de las hormigas. La zona comprende espacios de propiedad particular (Familia Abey-Parris) a quien también se agradece su colaboración. Carme Casas y Guillem Mas (Grupo de Naturalistas de Osona) proporcionaron datos y mapas inéditos sobre la vegetación de la zona. Alberto Tinaut y Leopoldo Castro revisaron, comentaron y corrigieron este trabajo. Al foro LaMarabunta, por ser zona de libre intercambio de observaciones, ideas y propuestas sobre hormigas.

### Referencias

ABRIL, S., J. OLIVERAS & C. GÓMEZ 2007. Foraging activity and dietary spectrum of the argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) in invaded natural areas of the northeast Iberian Peninsula. *Environmental Entomology*, **36**: 1166-1173.

ANDERSEN, A.N. & J.D. MAJER 2004. Ants show the way down under: invertebrates as bioindicators in land Management. *Frontiers in ecology and the environment*, **2**: 291-298.

ARQUIMBAU, R., J. PIETX & M. RAFA 2001. La custòdia del Territori. Una guia per a la implantació a Catalunya. Acceso (26 diciembre 2009) en: [http://obrasocial.caixacatalunya.es/osocial/popup/popup.html?link=/osocial/idiomes/1/fixters/mediament/Guia\\_custodia\\_territori.pdf](http://obrasocial.caixacatalunya.es/osocial/popup/popup.html?link=/osocial/idiomes/1/fixters/mediament/Guia_custodia_territori.pdf)

BESTELMEYER, B.T. & J.A. WIENS 2001. Local and regional-scale responses of ant diversity to a semiarid biome transition. *Ecography*, **24**: 381-392.

BONARIC, C. 1971. Contribution à l'étude systématique et écologique des Formicides du Bas-Languedoc. Thèse 3e cycle, Montpellier, 175 pp.

BROSE, U., N.D. MARTÍNEZ & R.J. WILLIAMS 2003. Estimating species richness: sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology*, **84**: 2364-2377.

CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth.

COLLINGWOOD, C.A. & I.H.H. YARROW 1969. A survey of Iberian Formicidae (Hym.). *Eos*, **44**: 53-101.

COLWELL, R.K. 2006. *EstimateS*. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. [www.purl.oclc.org/estimates](http://www.purl.oclc.org/estimates)

ESPADALER, X. 1997. Catàleg de les formigues (Hymenoptera, Formicidae) dels Països Catalans. *Sessió Conjunta d'Entomologia ICHN-SCL*, **9**: 23-42.

ESPADALER, X. & S. MONTESERÍN 2003. *Aegeritella* (Deuteromyces) on *Formica* (Hymenoptera, Formicidae) in Spain. *Orsis*, **18**: 13-18.

ESPADALER, X. & D. SUÑER 1989. Additional records of Iberian parasitic insect fungi: Laboulbeniales (Ascomycotina) and *Aegeritella* (Deuteromycotina). *Orsis*, **4**: 145-149.

ESPADALER, X., F. GARCÍA, K. GÓMEZ, S. SERRANO & R. VILA 2009. Hormigas (Hymenoptera, Formicidae) del desfiladero de Mont-Rebei (Pallars Jussà). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **44**: 393-399.

ESPADALER, X., X. ROIG, K. GÓMEZ & F. GARCÍA Formigues de les planes de Son i mata de València (Hymenoptera, Formicidae). *Treballs de l'Institutió Catalana d'Història Natural* (en prensa).

FOWLER, H. & S. CLAVER 1991. Leaf-cutter ant assemblies: effects of latitude, vegetation, and behaviour. En: *Ant-plant interactions*. Huxley, C.R., Cutler, D.F. (eds.). Oxford University Press, pp. 51-64.

GASTON, K.J. & R.M. MAY 1992. Taxonomy of taxonomists. *Nature*, **356**: 281-282.

HÖLLDOBLER, B. & E.O. WILSON 1990. *The ants*. Cambridge, Mass., Harvard University Press. 746 pp.

KING, J.R. & S.D. PORTER 2005. Evaluation of sampling methods and species richness estimators for ants in upland ecosystems in Florida. *Environmental Entomology*, **34**(6): 1566-1578.

KUMSCHICK, S., M.H. SCHMIDT-ENTLING, S. BACHER, T. HICKLER, X. ESPADALER & W. NENTWIG 2009. Determinants of local ant (Hymenoptera: Formicidae) species richness and activity density in Europe. *Ecological Entomology*, **34**: 748-754.

LUBERTAZZI, D. & W. TSHINKEL 2003. Ant community change across a ground vegetation gradient in north Florida's longleaf pine flatwoods. *Journal of Insect Science*, **3**: 1-37.

MAGURRAN, A.E. 2006. *Measuring biological diversity*. Blackwell, Malden, 256 pp.

MAJER, J.D., G. ORABI & L. BISEVAC 2007. Ants (Hymenoptera: Formicidae) pass the bioindicator scorecard. *Myrmecological News*, **10**: 69-76.

ORTA, J., J. CAMPRODON, A. CURCÓ, P.-A. DEJAIFVE, M. DOMÍNGUEZ, E. LAGUNA, J.R. NEBOT, J. MAYOL & V. SANSAMO 1992. *Espais naturals. Història natural dels països catalans*. Enciclopèdia catalana, Barcelona.

PASSERA, L. & S. ARON 2005. *Les fourmis. Comportement, organisation sociale et évolution*. CNRB-NRC, Ottawa.

PECK, S.L., B. MCQUAID & C.L. CAMPBELL 1998. Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator in agroecosystems condition. *Environmental Entomology*, **27**: 1102-1110.

ROIG, X., X. ESPADALER, R. CUSCÓ, F. GARCÍA, K. GÓMEZ, S. SERRANO & R. VILA 2008. Hormigas en zonas gipsófilas. Primera cita de *Cardiocondyla batesii* Forel (Hymenoptera, Formicidae) y actualización del listado para Catalunya. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **42**: 189-192.

SANTAMARÍA, S. 1996. Bases corológicas de Flora Micológica Ibérica. Nos. 895-1113. *Cuadernos de Trabajo de Flora Micológica Ibérica*, **10**: 1-126.

SANTAMARÍA, S. 2001. Los Laboulbeniales, un grupo enigmático de hongos parásitos de insectos. *Lazaroa*, **22**: 3-19.

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

WANG, C., J.S. STRAZANAC & L. BUTLER 2001. Association between ants (Hymenoptera: Formicidae) and habitat characteristics in oak-dominated mixed forests. *Environmental Entomology*, **30**: 842-848.

WEIR, A. & G.W. BEAKES 1995. An introduction to the Laboulbeniales: a fascinating group of entomogenous fungi. *Mycologist*, **9**: 6-10.