

Mirmecofauna de la Sierra de Loja (Granada) (Hymenoptera, Formicidae)

Juanjo Jiménez Rojas y Alberto Tinaut

Departamento de Biología Animal y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
18071 Granada

Key words: ants, faunistic, South Spain.

Resumen. Del estudio taxonómico de los Formicidos encontrados en la Sierra de Loja (Granada) se pone de relieve la presencia de cuarenta y dos especies, de las que resaltamos a: *Proceratium melinum* (Roger), *Stenammas westwoodii* Westwood, *Aphaenogaster cardenai* Espadaler, *Plagirolepis xene* Stårcke, *Camponotus gestroi* Emery y *Camponotus universitatis* Forel.

El biotopo más diversificado ha resultado ser el encinar, mientras que el bosque mixto ha sido el que ha presentado la mayor equitabilidad. Por otra parte, la predominancia de la componente horizontal en la distribución de los biotopos, impidiendo una separación y estratificación clara de éstos, provoca a su vez, en nuestra opinión, que no aparezcan mirmecocenosis específicas para los diferentes biotopos muestreados, estando éstas entremezcladas.

Por último la situación de ecotonía de esta sierra para diferentes sectores biogeográficos no se refleja en su mirmecofauna.

Abstract. *Myrmecofauna of the Sierra de Loja (Granada) (Hymenoptera, Formicidae).* A taxonomic study of the Formicidae from the Sierra de Loja has revealed 42 species, of which the following are noteworthy: *Proceratium melinum* (Roger), *Stenammas westwoodii* Westwood, *Aphaenogaster cardenai* Espadaler, *Plagirolepis xene* Stårcke, *Camponotus gestroi* Emery and *Camponotus universitatis* Forel.

The biotope with the widest diversity proved to be the holm-oak forest, while the mixed forest (holm-oak and gall-oak) showed the highest equitability. In our opinion the predominantly horizontal distribution blurs the distinctions between the biotopes and therefore has led to intermingling rather than to specific myrmecocenosis.

Finally, the ecotony of this mountain, between the different biogeographical sectors is not reflected in the myrmecofauna.

Introducción

Durante los últimos 15 años se han venido estudiando los Formicidos de Andalucía de forma intensiva, dedicándose las prospecciones en primer lugar a los enclaves más característicos. Resultado de ello son los trabajos sobre Sierra Morena Central (Rodríguez, 1980), Sierra Nevada (Tinaut, 1981), el litoral granadino (Ortiz, 1985), las Sierras de Harana y Alfacar (Pascual, 1986) y las Sierras de Algeciras (Tinaut, 1989), entre otros. Esta situación provoca que el interés

se vaya centrando últimamente en enclaves más locales y que cuenten con algunas particularidades patentes. La Sierra de Loja ha llamado nuestra atención por constituir un complejo cárstico con un marcado paisaje típico de lapiazes y dolinas; por otra parte, la Sierra de Loja se encuentra en una zona de ecotonía entre el sector biogeográfico Rondeño (en el cual se le incluye) y el sector Malacitano-Almijarense, lo que la convierte en un enclave de interés florístico conocido. Sin embargo, en lo que a fauna de invertebrados se refiere, es un paraje totalmente desconocido.

Por todas estas razones consideramos que podía resultar de interés el estudio de esta pequeña montaña.

Zona de estudio

La Sierra de Loja se encuentra situada al sur-oeste de la provincia de Granada, entre el valle del río Genil al norte, la Sierra de Tejada y la provincia de Málaga al sur, el arroyo de Salar al este y Ríofrío al oeste, y posee una superficie aproximada de 210 km². Se levanta desde, aproximadamente, los 600 m hasta los 1642 m del Cerro de las Cabras y la mayor parte de su superficie está formada por una meseta situada a 1300 m, como se puede ver en la Fig. 1.

Geología

La Sierra de Loja está formada principalmente por la unidad de Sierra Gorda, compuesta de calizas y margocalizas que por la acción de los agentes meteorológicos forman un modelado cárstico típico de roca caliza desnuda, salvo en los lugares con suelos más profundos entre los 900 m y 1100 m y las dolinas.

En esta sierra se encuentra además la unidad de Zafarraya, que bordea a la anterior por el sur y por el este y posee materiales de alto contenido en sílice.

Vegetación

Casi toda la Sierra de Loja pertenece al piso Mesomediterráneo medio-superior, con unas precipitaciones anuales de 500-600 mm.

Según García & Salinas (en prensa), en la Sierra de Loja podemos distinguir las siguientes comunidades vegetales:

1. Formaciones arbóreas

a) Encinar. Compuesto principalmente por encina (*Quercus ilex* ssp. *ballota*), con un sotobosque rico en coscoja (*Q. coccifera*), enebro de miera (*Juniperus oxycedrus*) y torvisco (*Daphne gnidium*).

b) Quejigar. En el único que hay, el quejigo (*Quercus faginea*) comparte el lugar con la encina.

c) Pinar. Situado al norte de la sierra, está constituido por un pinar de repoblación de pino carrasco (*Pinus halepensis*).

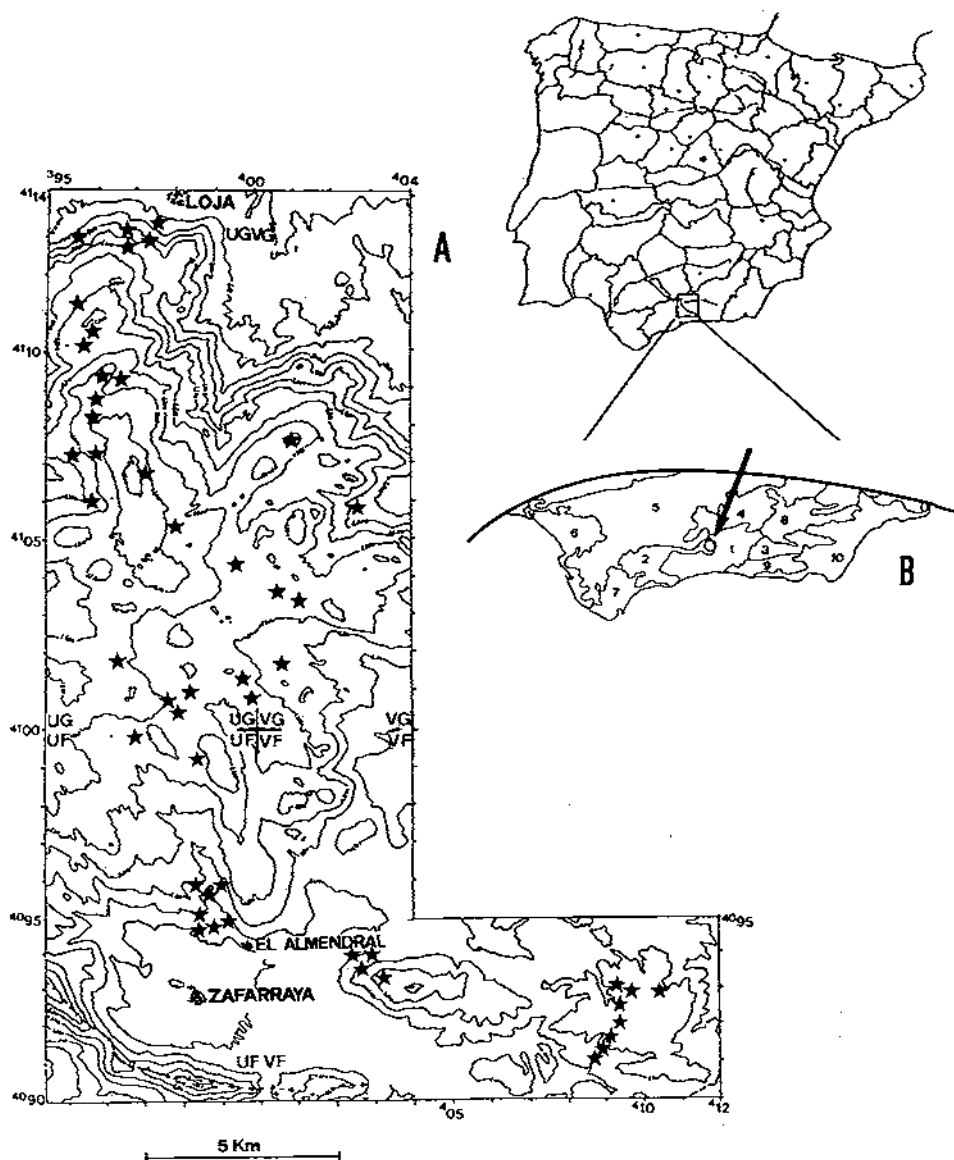


Figura 1. A) Localización geográfica de la Sierra de Loja y ubicación de los 50 puntos de muestreo. B) Localización de la Sierra de Loja en relación a los sectores corológicos. (1 = Malacitano-Almijarese, 2 = Rondeño, 3 = Nevadense, 4 = Subbético, 5 = Hispalense, 6 = Gaditano-Onubense, 7 = Aljibico, 8 = Guadaciano-Bacense, 9 = Alpujarreño-Gadorese, 10 = Almeriense).

2. Formaciones arbustivas

a) Retamar. Sustituye al encinar en suelo básico y está caracterizado por la retama (*Retama sphaerocarpa*) y la genista (*Genista cinerea ssp. speciosa*).

b) Espinar. Sustituye al encinar y al quejigar y entre sus componentes destacan el majuelo (*Crataegus monogyna*), los rosales silvestres (*Rosa sp.*) y el agracejo (*Berberis hispanica*).

3. Matorrales

a) El lastonar, representado por el lastón (*Festuca scariosa*), el romeral, representado por la oreja de liebre (*Phlomis purpurea*), y el tomillar, representado por los tomillos (*Thymus zygis* y *T. orospedanus*) presentan áreas imbricadas y no muy diferenciadas.

b) Piornal. Compuesto por los piornos o cojines de monja (*Erinacea anthyllis* y *Ptilotrychum spinosum*), se hallan en las partes más altas y rocosas.

c) Aulagar. Formado casi exclusivamente por aulaga (*Ulex parviflorus*), se presenta en áreas muy poco extensas.

Biotopos muestreados

Los muestreos se realizaron sobre todas aquellas comunidades que pudieran albergar una mirmecofauna específica, ya que pretendíamos ver si existía alguna correlación entre estas comunidades vegetales y la mirmecofauna que en ellas se encuentra. Los biotopos considerados para este trabajo son los que figuran a continuación. En esta relación indicamos además el número de hormigueros contados (NH), número de especies (NE) y el número teórico de hormigueros necesarios para tener una probabilidad del 80% (N80%) o del 90% (N90%) de encontrar el total de especies (Cagniant, 1972).

a) Encinar (E), en él se realizaron un total de 12 muestreos (7 cuantitativos, E1 a E7 y 5 cualitativos, E8 a E12) en los dos encinares existentes: el de La Torrecilla (UTM: 30S VF 0293, E1 a E4) y el de El Navazo (UTM: 30S VF 0891, E5 a E12) (NH=152; NE=24; N80%=144; N99%=168).

b) Bosque mixto de encina y quejigo (B), el único existente se encuentra en las proximidades de El Almendral, al sur de la sierra (UTM: 30S UF 9894) y en él se realizaron 3 muestreos cuantitativos (B1 a B3) (NH=70; NE=13; N80%=78; N99%=91).

c) Pinar (P), éste se encuentra en la vertiente norte de la sierra, cerca de Loja (UTM: 30S UG 9713) y en él se realizaron 5 muestreos (4 cuantitativos, P1 a P4, y uno cualitativo, P5) (NH=61; NE=10; N80%=60; N99%=70).

d) Matorral de degradación del encinar (M), lo constituye básicamente el espinar, ya que el retamar se reduce a pequeñas islas; abarca la mitad sur de la sierra con cotas que van de los 1000 m a los 1500 m. Se realizaron 12 muestreos (10 cuantitativos, M1 a M10, y 2 cualitativos, M11 y M12) (NH=179; NE=20; N80%=120; N99%=140).

e) Región cacuminal (C), comprende todos los matorrales y ocupa la mitad norte de la sierra con cotas que van de los 1000 m a los 1640 m. En esta región se realizaron 18 muestreos (17 cuantitativos, C1 a C17 y 1 cualitativo, C18) (NH=424; NE=24; N80%=144; N99%=168).

En total se realizaron 50 muestreos (41 cuantitativos y 9 cualitativos), entre los meses de marzo y agosto de 1988 y 1989, distribuidos, en el espacio, de acuerdo con la heterogeneidad y superficie de cada biotopo, y en el tiempo, aprovechando la época en la que la diversidad de especies es mayor para cada tipo de bitopo y altitud, como se indica en la metodología. La pequeña superficie del bosque mixto y del pinar impidieron que los muestreos cuantitativos fueran más amplios. Los puntos de muestreo pueden observarse en la Fig. 1.

Metodología

Como se ha indicado más arriba, hemos realizado dos tipos de muestreo. Con el muestreo cualitativo se ha intentado disponer de la mayor representación posible de la mirmecofauna del área objeto de estudio, por lo que se inspeccionaron todos los objetos y lugares susceptibles de estar habitados por hormigas.

El muestreo cuantitativo pretendía establecer, según la abundancia de las especies encontradas, las mirmecocenosis características de cada biotopo y las diferencias entre unos biotopos y otros. Entre los diversos métodos de muestreo cuantitativo (Levieux, 1969) se escogió el de recuento del número de hormigueros bajo un número fijo de piedras (en este caso = 100). Ya que algunas especies presentan hormigueros cuyas galerías superficiales se pueden encontrar debajo de varias piedras, hemos adoptado el criterio de que dos hormigueros se consideren distintos si éstos presentan una separación mínima de medio metro para especies similares en tamaño a *Messor*, *Formica*, *Camponotus*, etc. y mínima de 10 cm para especies de pequeño tamaño tales como *Pheidole*, *Plagiolepis*, etc.

Para establecer cuándo un biotopo podía considerarse suficientemente muestreado, hemos tenido en cuenta la relación establecida por Cagniant (1972) entre número de nidos contados y número de especies, habiéndonos aproximado o superado, en los casos en los que la superficie a muestrear lo permitía, al 90% de probabilidad de haber recogido el total de especies.

Los muestreos se efectuaron durante los años 1988 y 1989 entre los meses de marzo y agosto ya que son los que muestran mayor actividad y diversidad para los Formícidos en estas latitudes (Tinaut, 1982 y Pascual y Tinaut, 1985).

Tratamiento estadístico

En la manipulación y manejo de los datos, se utilizó el paquete de programas BMDP implementado en el Ordenador MV 10000 de Data General del Centro de Cálculo de la Universidad de Granada.

Para el estudio de la afinidad hemos utilizado la expresión (Ludwig, J. y Reynolds, J. 1988):

$$X^2 = \frac{N \cdot (B \cdot C - A \cdot D)^2}{(A+B) \cdot (C+D) \cdot (A+C) \cdot (B+D)}$$

donde $N=A+B+C+D$

A = número de especies presentes en los dos puntos de muestreo.

B = número de especies presentes en el primer punto de muestreo.

C = número de especies presentes en el segundo punto de muestreo.

D = número de especies ausentes en los dos puntos de muestreo.

Considerando que si X^2 es igual o mayor a 2.7, hay afinidad significativa para el 90% de confianza; si el valor es igual o mayor a 3.84, hay afinidad significativa para el 95% de confianza, y si el valor es igual o mayor a 6.64, hay afinidad significativa para el 99% de confianza.

La diversidad se ha estudiado mediante el índice de Shannon (Begon et al. 1988):

$$H = -\sum_i^N P_i \cdot \lg_2 P_i$$

donde P_i es la proporción real de individuos (N_i/N) de la especie i y N el número total de especies observadas. La fórmula de la equitabilidad correspondiente es:

$$J = \frac{H}{H \text{ máx.}}$$

siendo H la diversidad real y $H \text{ máx.} = \lg_2 N$, siendo N nuevamente el número total de especies observadas.

Resultados y discusión

Aspectos taxonómicos

En total se han recogido diecinueve géneros y cuarenta y dos especies cuya lista se puede ver en la tabla 1, de entre las cuales cabe destacar:

a) *Proceratium melinum* (Roger, 1860). Esta especie hipogea es muy rara de encontrar. Se caracteriza porque el segundo segmento del gastro está recurvado, provocando que los restantes segmentos estén dirigidos hacia delante. En España se ha citado de cuatro provincias: Sevilla, Pontevedra, Castellón y Cáceres (Martínez, 1986), con lo que ahora ve ampliada su distribución conocida hacia Andalucía Oriental.

b) *Stenammina westwoodii* Westwood, 1840. Especie también hipogea, suele presentar hormigueros muy poco poblados. En nuestro país está citada en ocho provincias (Collingwood, 1969). Para la de Granada es la primera cita publicada, si bien ya se conocía de otros lugares de la provincia.

c) *Aphaenogaster cardenai* Espadaler, 1981. Limitada a la mitad sur de la Península Ibérica, de esta especie hipogea se habían encontrado hasta ahora muy pocos ejemplares. En nuestro caso pudimos excavar un nido, aunque no

completamente. En total recogimos 3051 obreras, lo que constituye el primer dato sobre la posible composición de sus hormigueros, aparte de una sorpresa pues en general los hormigueros de *Aphaenogaster* Mayr, 1853, no suelen sobrepasar el millar de ejemplares (Baroni-Urbani, 1978; Cagniant & Ledoux, 1974).

d) *Plagiolepis xene* Stårcke, 1936. Especie parásita de *P. pygmaea* (Latreille, 1798). Esta especie se caracteriza por no presentar obreras y porque sus sexuados poseen un tamaño muy pequeño, similar al de las obreras de la especie hospedadora. Esta especie se ha citado hasta ahora de diferentes provincias del norte de la península (De Haro & Collingwood, 1981; Espadaler, 1979 y Restrepo et al., 1985). En Andalucía había sido recogida por Tinaut (1981) de Sierra Nevada y otras localidades, pero hasta ahora no se había publicado ninguna cita de esta especie para esta región.

e) *Camponotus gestroi* Emery, 1878. Esta especie de marcado carácter boscosófilo (Bernard, 1968) sólo se había citado en tres ocasiones para la Península Ibérica (Tinaut, 1989), todas ellas en Andalucía.

f) *Camponotus universitatis* Forel, 1890. Esta especie se ha encontrado parasitando a *C. pilicornis* Roger, 1859. Se recolectó una obrera y una hembra con la particularidad de que la segunda posee un tamaño similar o algo inferior al de la obrera, todo lo contrario de lo que ocurre en el resto de especies del género *Camponotus* Mayr, 1861. Se ha citado fuera de nuestra península (Espadaler, 1981), si bien en los últimos años ya se ha recolectado en cuatro localidades de nuestro país (Tinaut et al., en preparación).

Mirmecocenosis de cada biotopo

Se ha pretendido también conocer la comunidad de Formícidos característica de cada biotopo. El número de hormigueros de cada especie se puede observar en la tabla 1.

a) Encinar. Ha resultado ser el biotopo más rico en especies. De las 31 encontradas (73.8% del total) las más abundantes han sido *Aphaenogaster ibérica* Emery, 1908, *Pheidole pallidula* (Nylander, 1848), *Crematogaster sordidula* (Nylander, 1848), *Tetramorium semilaeve* André, 1881, *Plagiolepis pygmaea*, *Camponotus cruentatus* (Latreille, 1802) y *C. pilicornis*. De las especies encontradas en el encinar, seis de ellas no se han presentado en ningún otro biotopo, éstas son *Proceratium melinum* (hipogea), *Stenammina westwoodii* (hipogea), *Leptothorax pardoii* Tinaut, 1987, *Camponotus piceus* (Leach, 1825), *C. universitatis* (parásita) y *Formica subrufa* Roger, 1859.

b) Bosque mixto. Pensamos que su pequeña extensión puede ser la responsable de la escasez de especies, ya que se encontraron sólo 14 (33%), siendo las más abundantes *Crematogaster sordidula*, *Plagiolepis pygmaea*, *Lasius alienus* (Förster, 1850), *Camponotus cruentatus* y *C. pilicornis*. Dos especies sólo se han presentado en este biotopo, éstas son *Aphaenogaster cardenai* (hipogea) y *Camponotus gestroi*.

Tabla 1. Número de hormigueros por biotopo de cada especie. B: bosque mixto; P: pinar; M: matorral de degradación; E: encinar; C: región cacuminal; +: presente; -: ausente.

	Nº hormigueros				
	B	P	M	E	C
1. <i>Ponera coarctata</i>	-	-	-	-	1
2. <i>Proceratium melinum</i>	-	-	-	+	-
3. <i>Stenammas westwoodii</i>	-	-	-	+	-
4. <i>Aphaenogaster cardenai</i>	1	-	-	-	-
5. <i>A. gibbosa</i>	3	16	5	5	22
6. <i>A. dulcinea</i>	1	+	2	4	-
7. <i>A. senilis</i>	-	+	-	-	-
8. <i>A. iberica</i>	3	4	3	11	12
9. <i>Goniomma hispanicum</i>	-	-	-	2	1
10. <i>Messor barbarus</i>	-	-	3	+	3
11. <i>M. capitatus</i>	-	-	4	-	10
12. <i>M. bouvieri</i>	-	-	2	1	6
13. <i>Pheidole pallidula</i>	4	-	36	18	4
14. <i>Crematogaster scutellaris</i>	-	+	-	1	-
15. <i>Cr. auberti</i>	-	1	2	5	38
16. <i>Cr. sordidula</i>	11	4	10	12	3
17. <i>Diplorhoptum robusta</i>	-	-	-	+	1
18. <i>D. orbula</i>	-	-	-	-	+
19. <i>Temnothorax recedens</i>	-	-	+	+	-
20. <i>Leptothorax fuentei</i>	-	-	1	-	10
21. <i>L. racovitzai</i>	-	-	-	-	1
22. <i>L. pardoii</i>	-	-	-	+	-
23. <i>Tetramorium caespitum</i>	-	-	12	-	15
24. <i>T. hispanicum</i>	-	-	1	-	161
25. <i>T. semilaeve</i>	2	6	16	13	66
26. <i>Bothriomyrmex saundersi</i>	-	-	-	1	1
27. <i>Tapinoma erraticum</i>	-	-	2	5	13
28. <i>T. nigerrimum</i>	3	1	49	1	20
29. <i>Plagiolepis pygmaea</i>	10	6	5	35	27
30. <i>Pl. schmitzii</i>	-	9	1	-	-
31. <i>Pl. xene</i>	-	-	-	1	1
32. <i>Lasius niger</i>	-	-	-	1	1
33. <i>L. alienus</i>	13	-	+	8	-
34. <i>Camponotus cruentatus</i>	9	-	16	13	-
35. <i>C. micans</i>	-	-	-	1	1
36. <i>C. pilicornis</i>	9	1	4	10	+
37. <i>C. piceus</i>	-	-	-	1	-
38. <i>C. gestroi</i>	+	-	-	-	-
39. <i>C. lateralis</i>	1	13	-	1	-
40. <i>C. universitatis</i>	-	-	-	1	-
41. <i>Cataglyphis velox</i>	-	-	5	1	6
42. <i>Formica subrufa</i>	-	-	-	+	-

c) Pinar. Es el biotopo más pobre, con sólo 13 especies recolectadas (31%) y con el número más bajo de hormigueros (6.88% para el 10% de los muestreos). Las especies más abundantes han sido *Aphaenogaster gibbosa* (Latreille, 1798), *Tetramorium semilaeve*, *Plagiolepis schmitzii* Forel, 1895 y *Camponotus lateralis* (Olivier, 1791). *Aphaenogaster senilis* Mayr, 1853 sólo ha aparecido en este biotopo.

d) Matorral de degradación. Se han hallado 22 especies (52.4%), de las cuales abundan especialmente *Aphaenogaster iberica*, *Pheidole pallidula*, *Tetramorium semilaeve*, *Tapinoma nigerrimum* (Nylander, 1886) y *Camponotus cruentatus*. Las especies encontradas coinciden en un 77% con las del encinar y en un 77% con las de la región cacuminal, lo cual puede ser evidencia de que se trata de una zona de transición clara entre el bosque de encinas y los pastizales.

e) Región cacuminal. Ha presentado un total de 26 especies (61.9%) y un número elevado de hormigueros (47.86% de los hormigueros para el 36% de los muestreos). De las especies más abundantes cabe destacar a *Aphaenogaster gibbosa*, *Crematogaster auberti* Emery, 1869, *Tetramorium hispanicum* Emery, 1909, *T. semilaeve*, *Tapinoma nigerrimum* y *Plagiolepis pygmaea*. Tres especies sólo nos han aparecido en este biotopo, *Ponera coarctata* (Latreille, 1802) (hipogea), *Diplorhoptrum orbula* (Emery, 1875) (hipogea) y *Leptothorax rancovitzai* Bondroit, 1918.

En la tabla 1 se puede ver que de las 12 especies que sólo han aparecido en uno de los biotopos, 6 son especies hipogeas o parásitas, por tanto de hallazgo ocasional, por lo que no hay que conceder a estos datos una importancia relevante.

Afinidad faunística

Con el ordenador MV 10000 ya citado y el programa BMDP 2M, realizamos un análisis cluster para ver la distancia de disimilaridad entre casos (muestreos). Este cluster es formado mediante un «centroide linkage» sobre una matriz de distancias euclídeas. Se analizaron separadamente tanto datos cuantitativos como cualitativos. Además se estudió si la presencia o ausencia de las especies hipogeas ejercía alguna influencia en el agrupamiento de muestreos, lo que resultó negativo y por su poca relevancia no ha sido incluido en este trabajo.

En la Fig. 2 se puede ver que no existe ninguna agrupación clara a excepción del trío de muestreos de la región cacuminal C10, C11 y C16, los cuales poseen un alto número de hormigueros todos pertenecientes a *Tetramorium hispanicum*.

En lo que respecta a la afinidad entre los muestreos, en la Fig. 3 puede observarse que tampoco aparecen claramente agrupaciones de biotopos afines entre sí, existiendo únicamente una importante relación de afinidad entre los dos bosques de encinas, y entre la región cacuminal y el matorral de degradación.

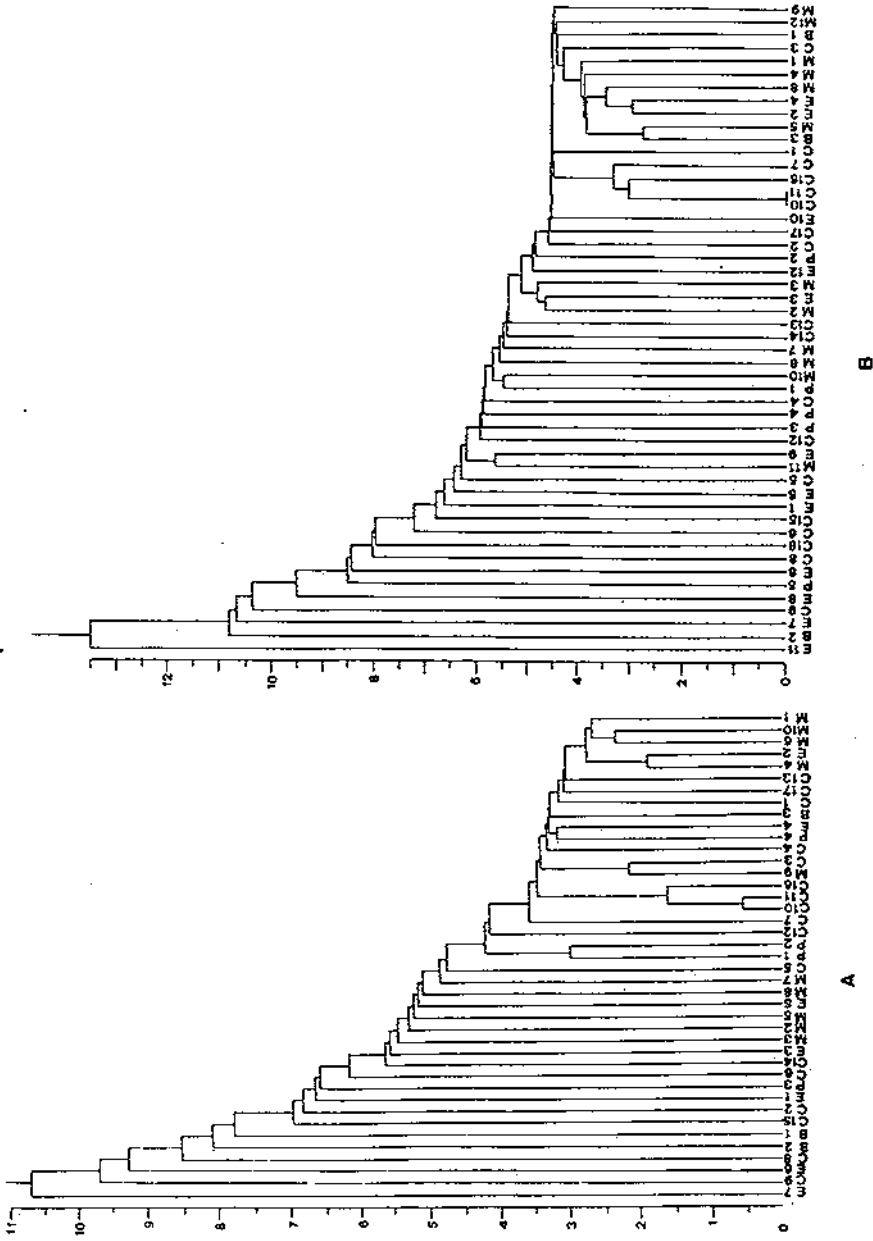


Figura 2. Dendrogramas de afinidades entre los puntos de muestreo: a) entre los muestreos cuantitativos, b) entre los muestreos cualitativos, incluidas las especies hipogeas. La escala indica disimilaridad.

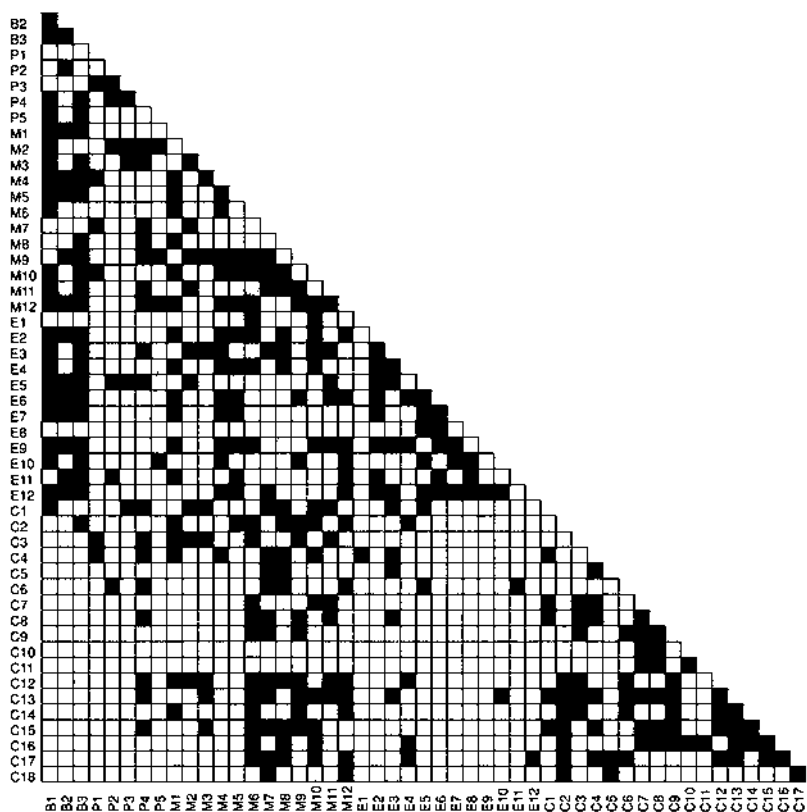


Figura 3. Distribución de las relaciones de afinidad entre los distintos puntos de muestreo: (□) Afinidad no significativa; (◻) Afinidad superior al 90%; (◼) Afinidad superior al 95%; (■) Afinidad superior al 99%.

Como observamos en general, los resultados no nos indican que los biotopos elegidos presenten una fauna de hormigas característica, ya que los muestreos de cada biotopo no parecen agruparse entre sí. Pensamos que la causa de estos resultados estriba en la particular configuración de esta sierra ya que en ésta el relieve es muy complejo y accidentado, con una predominancia en la distribución horizontal de los biotopos sobre la distribución vertical, como sería característico en otras montañas de mayor desnivel altitudinal (Sierra Nevada, Pirineos, Alpes, etc.) lo cual, en nuestra opinión, provoca la existencia de una heterogeneidad ambiental y mezcla de biotopos importante, dando un cuadro en mosaico de unos biotopos que no poseen la extensión suficiente como para albergar o permitir el desarrollo de faunas singulares, al menos en lo que a los Formícidos se refiere. Estos resultados son similares a los obtenidos por Pascual (1986) para las sierras del entorno de la Alfaguara y por Restrepo et al. (1985) para el Macizo de Garraf.

Diversidad y equitabilidad

Intentamos también en este trabajo conocer, tanto en los muestreos como en los biotopos, la diversidad específica así como la homogeneidad (equitabilidad) con que los individuos, que en este caso son los hormigueros, están repartidos entre las especies.

Como puede verse en las tablas 2 y 3 la diversidad es muy variable, tomando valores desde 0.223 hasta 3.087, teniendo los muestreos realizados en los bosques de encinas los mayores valores. Así sólo tres muestreos presentan un valor inferior a 1.000, teniendo, en general, valores de diversidad altos, y siendo el encinar el biotopo con mayor diversidad.

Los valores de la equitabilidad oscilan entre 1.000 y 0.516, siendo especialmente altos todos ellos, ya que sólo tres muestreos presentan valores inferiores a 0.7 y la mitad de ellos supera el valor de 0.87. Es el bosque mixto el biotopo que presenta el valor más alto de la equitabilidad, lo que justifica su alta diversidad, a pesar del bajo número de especies en él encontradas.

Los muestreos C10 y C11 tienen la particularidad de presentar una sola especie, *Tetramorium hispanicum*, que parece ser la única que se presenta en los alrededores de los charcos, por lo que su diversidad es cero y su equitabilidad no se puede calcular.

Se puede observar en la tabla 3 que el pinar es el segundo biotopo con mayor equitabilidad. Sorprende este resultado, ya que por ser un biotopo «artificial» sería lógico pensar que las especies que en él se encuentran se distribuyeran numéricamente de forma irregular.

Tabla 2. Valores de la diversidad y equitabilidad de los 41 puntos de muestreo.

	Diversidad	Equitabilidad		Diversidad	Equitabilidad		Diversidad	Equitabilidad
B1	2.874	0.907	M10	2.235	0.963	C9	3.006	0.790
B2	3.053	0.919	E1	2.121	0.913	C10	0.000	
B3	2.085	0.898	E2	1.664	0.832	C11	0.000	
P1	1.299	0.820	E3	2.613	0.931	C12	2.464	0.878
P2	0.845	0.845	E4	1.836	0.918	C13	1.920	0.743
P3	1.902	0.819	E5	3.087	0.974	C14	2.309	0.822
P4	2.556	0.910	E6	2.676	0.774	C15	2.036	0.788
M1	2.112	0.910	E7	2.899	0.873	C16	0.223	0.741
M2	1.197	0.516	C1	1.482	0.935	C17	1.921	0.961
M3	1.997	0.711	C2	2.200	0.851			
M4	1.430	0.715	C3	1.858	0.929			
M5	1.553	0.777	C4	1.549	0.775			
M6	2.452	0.873	C5	1.584	1.000			
M7	0.906	0.572	C6	2.667	0.889			
M8	2.316	0.896	C7	1.658	0.714			
M9	2.153	0.927	C8	1.522	0.542			

Tabla 3. Diversidad y equitabilidad total para cada uno de los cinco biotopos.

Biotopo	Diversidad	Equitabilidad
Bosque mixto	3.264	0.882
Pinar	2.853	0.859
Matorral	3.379	0.782
Encinar	3.738	0.815
Región cacuminal	3.174	0.692

Composición faunística y biogeografía

De acuerdo con la distribución o la corología de las especies podemos considerar los siguientes grupos:

a) Endemismos ibéricos: *Aphaenogaster cardenai*, *A. dulcinea* Santschi, 1919, *A. iberica*, *Gonionomma hispanicum* (André, 1881), *Diplorhoptum robusta* (Bernard, 1952), *Leptothorax fuentei* Santschi, 1919, *L. pardoi*, *Tetramorium hispanicum*, *Bothriomyrmex saundersi* Santschi, 1922, *Camponotus pilicornis*, *Cataglyphis velox* Santschi, 1929 y *Formica subrufa*. Doce especies que en conjunto representan el 28.57%.

b) Elementos mediterráneos: *Proceratium melinum*, *Aphaenogaster gibbosa*, *A. senilis*, *Messor barbarus* (Linneo, 1767), *M. capitatus* (Latreille, 1798), *M. bouvieri* Bondroit, 1918, *Pheidole pallidula*, *Crematogaster scutellaris* (Olivier, 1791), *Cr. auberti*, *Cr. sordidula*, *Diplorhoptum orbula*, *Temnothorax recedens* (Nylander, 1856), *Leptothorax racovitzaei*, *Tetramorium semilaeve*, *Tapinoma erraticum* (Latreille, 1798), *Plagiolepis pygmaea*, *Pl. schmitzii*, *Pl. xene*, *Camponotus cruentatus*, *C. micans* (Nylander, 1856), *C. piceus*, *C. gestroi*, *C. lateralis* y *C. universitatis* lo que representa el 57.14%.

c) Elementos paleárticos: *Ponera coarctata*, *Stenamma westwoodii*, *Tetramorium caespitum* (Linneo, 1758), *Tapinoma nigerrimum*, *Lasius niger* (Fabricius, 1781) y *L. alienus*. Sus seis especies representan el 14.29%.

Esto nos sugiere que la fauna de hormigas de la Sierra de Loja es fundamentalmente de carácter mediterráneo.

Otro aspecto que nos interesó de esta sierra era su posición de ecotonía respecto a los sectores Rondeño y Malacitano-Almijareense (subsector Malacitano-Axarquense) (Fig. 1). Dentro de la fauna de hormigas conocida podemos citar a dos especies que, por su distribución, se podrían considerar características del sector y subsector mencionados: *Aphaenogaster striativentris* Forel, 1895 y *Monomorium algiricum* Bernard, 1955, ninguna de las cuales se ha encontrado en esta sierra, a pesar de haberse recogido, en territorios pertenecientes a los sectores mencionados, a menos de 4 km en línea recta de esta sierra. En cambio, 40 de las 42 especies aparecen en Sierra Nevada (sector Nevadense) y en La Alfaguara (sector Malacitano-Almijareense, subsector Alfacarino-Granatense), siendo *Proceratium melinum* (hipogeas) y *Camponotus universitatis* (parásita) las únicas que no aparecen. Vemos, por tanto, que a pesar

de la situación de ecotono ya comentada, la composición de la mirmecofauna de la Sierra de Loja es del mismo tipo que la del piso Mesomediterráneo de Sierra Nevada y de las sierras de La Alfaguara, no habiendo aparecido ningún elemento de los que, de momento, podamos adjudicar al sector Rondeño. No ocurre lo mismo con respecto a los vegetales, ya que es considerada por los fitosociólogos incluida dentro del sector Rondeño.

Conclusión

Un resultado nos parece interesante resaltar en este apartado como conclusión, con las debidas precauciones, éste es:

En ecosistemas muy parcheados, las necesidades de espacio, estrategias de formación de nuevos hormigueros, microclimas, etc., pueden ser muy diferentes para las distintas especies de Formícidos — pensemos en *Messor* y *Plagiolepis*, por ejemplo— y pueden, por lo tanto, superar los límites de estas comunidades vegetales, por lo que en estos casos no existiría correspondencia entre las comunidades vegetales y las comunidades de Formícidos.

Bibliografía

- Baroni-Urbani, C. 1978. Adult population in ant colonies. *In*: Brian, M. (ed) Production ecology of ant and termites. Cambridge University Press, pp. 333-339.
- Begon, M., Harper, J. & Townsend, C. 1988. Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades. Omega. Barcelona.
- Bernard, F. 1968. Les Fourmis (*Hymenoptera. Formicidae*) d'Europe occidentale et septentrionale. Masson. Paris.
- Cagniant, H. 1972. Essai d'établissement d'une relation entre le nombre d'espèces et le nombre de nids chez les fourmis terricoles en forêt d'Algérie. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 9: 197-214.
- Cagniant, H. & Ledoux, A. 1974. Nouvelle description d'*Aphaenogaster senilis* sur des exemplaires de la région de Banyuls-Sur-Mer (P.-O), France. *Vie Milieu*, 24, fasc. 1, sér. C: 97-110.
- Collingwood, C.A. 1969. A survey of Iberian Formicidae (*Hymenoptera*). *Eos* 44: 53-101.
- De Haro, A. & Collingwood, C.A. 1981. Formícidos de las Sierras de Prades-Montsant, Sierras de Cavalls-Alfara-Montes Blancos (Tarragona). *Boi. Est. Cent. Ecol. Madrid* 10: 55-58.
- Espadaler, X. 1979. Contribución al conocimiento de los Formícidos (*Hym. Formicidae*) del Pirineo Catalán. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Espadaler, X. 1981. *Camponotus universitatis* Forel 1890, retrouvé en France. *Vie Milieu* 31: 341-342.
- García, M.V. & Salinas, M.J. en prensa. El paisaje vegetal de la Sierra de Loja. Cuadernos de S.I.P.P. (Servicio de Investigación y Promoción Patrimonial). Exmo. Ayuntamiento de Loja.
- Levieux, J. 1969. L'échantillonnage des peuplements de Fourmis terricoles. *In*: Problèmes d'écologie, IX. Masson Paris. 283-300.

- Ludwig, J. & Reynolds, J. 1988. Statistical Ecology. A primer on methods and computing. Wiley-interscience.
- Martínez, M.D. 1986. Nuevas citas para la Península Ibérica de *Proceratium melinum*, *Aphaenogaster cardenai* y *Messor lobicornis* (Hym. Formicidae) Bol. Asoc. esp. Entom. 10: 403.
- Ortiz, F.J. 1985. Formícidos del Litoral Granadino. Memoria de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
- Pascual, R. 1986. Estudio taxonómico y ecológico de los Formícidos de las Sierras de Alfacar, La Yedra, Hueter y Harana. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Pascual, R. & Tinaut, A. 1985. Evolución anual de las mirmecocenosis en las sierras de La Alfaguara y Harana (Granada, España) (Hym. Formicidae). Bol. Soc. portuguesa Ent. 4: 31-40.
- Restrepo, C., Espadaler, X. & Haro de, A. 1985. Contribución al conocimiento faunístico de los Formícidos del Macizo de Garraf (Barcelona). Orsis 1: 113-129.
- Rodríguez, A. 1980. Influencia de la vegetación y la exposición en la distribución de las hormigas (Hym. Formicidae) en Sierra Morena Central. Memoria de licenciatura. Universidad de Córdoba.
- Tinaut, A. 1981. Estudio de los Formícidos de Sierra Nevada. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Tinaut, A. 1982. Evolución anual de la mirmecocenosis de un encinar. Bol. Est. Central Ecología. 11: 49-56.
- Tinaut, A. 1989. Contribución al estudio de los Formícidos de la región del estrecho de Gibraltar y su interés biogeográfico (Hym. Formicidae) Graellsia 45: 19-29.

Manuscrito recibido en noviembre de 1991