



Memoria para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados

Los formícidos de la Estación Biológica «Torretes-Font
Roja»: el papel de *Formica subrufa* en la polinización
de *Euphorbia nicaeensis*

— Olmo Hernández Cuba —

Instituto Iberoamericano de la Biodiversidad

Universidad de Alicante

Directoras: Dra. Celeste Pérez Bañón
Dra. M^a Ángeles Marcos García

Julio de 2007



Memoria para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados

Los formícidos de la Estación Biológica «Torretes-Font
Roja»: el papel de *Formica subrufa* en la polinización
de *Euphorbia nicaeensis*

— Olmo Hernández Cuba —

Instituto Iberoamericano de la Biodiversidad

Universidad de Alicante

Directoras: Dra. Celeste Pérez Bañón
Dra. M^a Ángeles Marcos García

Julio de 2007

Índice general

1. Introducción y objetivos	5
1.1. Introducción	5
1.2. Objetivos	6
2. Especies del área de estudio	7
2.1. Área de estudio	7
2.1.1. Estación biológica de Torretes	7
2.2. Material y métodos	7
2.2.1. Métodos de muestreo	7
2.2.2. Preparación e identificación del material	10
2.3. Resultados	11
2.3.1. Especies obtenidas en la estación biológica de Torretes . .	11
3. Los formícidos y la polinización de <i>Euphorbia nicaeensis</i>	27
3.1. Principales características de <i>Euphorbia nicaeensis</i>	27
3.2. Material y métodos	29
3.2.1. Marca	29
3.2.2. Tratamientos de polinización	30
3.2.3. Censos de los visitantes florales	33
3.2.4. Recolección de semillas	35
3.2.5. Análisis de los datos	35
3.3. Resultados	35
3.3.1. Resultados de los censos	35
3.3.2. Resultados: tratamientos de polinización	42
3.4. Discusión	43
4. Conclusiones	45

Índice de figuras

2.1. Mapa de usos del suelo de la Estación Biológica «Torretes-Font Roja»	8
2.2. Parcelas de experimentación de la Estación Biológica «Torretes-Font Roja». A: «Pinar». B: «Bituminaria». C: «Almendo». D: «Olivo». E: «Genista». F: «Juniperus»	9
2.3. Anatomía general de una hormiga	14
2.4. Distribución de <i>Messor barbarus</i>	15
2.5. Distribución de <i>Messor capitatus</i>	16
2.6. Distribución de <i>Aphaenogaster gibbosa</i>	17
2.7. Distribución de <i>Goniomma baeticum</i>	18
2.8. Distribución de <i>Monomorium salomonis</i>	19
2.9. Distribución de <i>Camponotus amaurus</i>	20
2.10. Distribución de <i>Camponotus pilicornis</i>	21
2.11. Distribución de <i>Camponotus sylvaticus</i>	21
2.12. Distribución de <i>Formica frontalis</i>	22
2.13. Distribución de <i>Formica fusca</i>	23
2.14. Distribución de <i>Formica subrufa</i>	24
2.15. Distribución de <i>Lasius lasioides</i>	25
3.1. Ejemplar de <i>Euphorbia nicaeensis</i> en la Estación Biológica «Torretes-Font Roja»	28
3.2. Vista de un ciatio	29
3.3. Marca de una rama	30
3.4. Trampas cilíndrica, inferior y cúbica, superior	31
3.5. Aplicación del adhesivo	32
3.6. Censo en un ejemplar de <i>Euphorbia nicaeensis</i>	34
3.7. Mangueo de insectos voladores	34
3.8. Censo de los distintos órdenes de visitantes florales	36
3.9. Coleoptera, Alleculidae	37
3.10. Censo de himenópteros	38
3.11. Ejemplar de <i>Formica subrufa</i> sobre <i>E. nicaeensis</i>	38
3.12. Hymenoptera, Vespidae	39

3.13. Censo de dípteros	39
3.14. Diptera, Muscidae	40
3.15. Diptera, Syrphidae	40
3.16. Abundancia relativa de <i>Formica subrufa</i> y de los diferentes órdenes de insectos que visitaron <i>Euphorbia nicaeensis</i> a lo largo del periodo de muestreo.	41
3.17. Otros himenópteros	42
3.18. Porcentajes de fructificación para los distintos tratamientos de exclusión de polinizadores	43

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a todas aquéllas personas que me han apoyado durante la realización de mi estudio, en especial a mis directoras, Celeste y M^a Ángeles, por guiarme durante todo este tiempo; a Vanesa, por tu compañía en Torretes, y tus consejos; a Segundo, por el interés mostrado en estos experimentos y su buena disposición en todo momento; a Rober, por hacerme más amena también mi estancia en el último año en Torretes, y estar siempre para echar una mano.

Además de estas personas, que han influido de manera directa en el estudio cuya memoria aquí presento, hay otras muchas sin las que todo esto no hubiera posible, o hubiera sido menos llevadero, vaya mi agradecimiento a Virginia, Marina, Pablo, Jorge, César, Ignacio, Esther, Pilar, Berta, Beatriz, Catherine, Antonio y aquéllos de los que puede que ahora me olvide pero siempre están presentes.

Capítulo 1

Introducción y objetivos

1.1. Introducción

El paraje de la Font Roja, fue declarado Parque Natural por Decreto 49/1987 del Consell de la Generalitat. Valenciana el 13 de abril de 1987. Desde entonces son muchos los trabajos de investigación que se vienen realizando en esta área con el propósito de conocer su riqueza faunística y botánica. Con el fin de completar el conocimiento de la entomofauna del Parque, realizamos como parte inicial de este estudio, la elaboración de un catálogo de su mirmecofauna.

Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae), pertenecientes a la Superfamilia Vespoidea, con más de 12000 especies descritas, son insectos sociales que, normalmente, se asocian con algún daño producido a las plantas cultivadas. Si bien es cierto que estos insectos son importantes fitófagos, en este trabajo se pretende profundizar en otros tipos de asociaciones entre hormigas y plantas, beneficiosas para ambas como es la polinización (Blancafort y Gómez, 2005; Gómez, 2000; Sugiura *et al.*, 2006; Fleming *et al.*, 2007).

Además, las hormigas, son especie clave en muchos ecosistemas, formando distribuciones en mosaico (Blüthgen y Stork, 2007; Armbrecht *et al.*, 2001; Djieto-Lordon y Dejean, 1999) . Su biomasa total es superior a la de los mamíferos gracias al gran número de individuos por colonia (Hölldobler y Wilson, 1996). En la Península Ibérica se conocen 265 especies, que establecen importantes relaciones con la vegetación, principalmente transportando o depredando semillas (Arnan *et al.*, 2006; Sánchez *et al.*, 2006).

Una característica exclusiva de la Familia Formicidae es la presencia de glándula metapleurale. Esta glándula secreta una sustancia antibiótica que protege a las hormigas de hongos en el interior del nido, y que también resta viabilidad al polen, pero en determinadas situaciones, la presencia de esta glándula no impide que las hormigas actúen como polinizadoras (Gómez, 2000).

Cabría pensar que el gran número de individuos y su frecuente visita a las flores serían suficientes para considerar a algunas especies como importantes polinizadoras. No obstante, dada su reducida capacidad de desplazamiento, su diminuto tamaño, su escasa setosidad y las secreciones de la glándula metapleuraleal, solo un número reducido de especies vegetales son polinizadas por hormigas. Estas especies son plantas que presentan flores de tamaño reducido, poco vistosas y con las recompensas florales muy expuestas y formando poblaciones más o menos densas que faciliten la movilidad entre las flores de las distintas plantas sin necesidad del vuelo. Para el estudio de la relación hormiga-planta hemos seleccionado *Euphorbia nicaeensis* All. (Euphorbiaceae) ya que reúne todos estos requisitos y, además, en trabajos previos se cita a varias especies hormigas como visitantes florales, dejando abierta la posibilidad de que actúen como polinizadores (Samman *et al.*, 2001).

Si bien en otras plantas del mismo género se ha estudiado su relación con las hormigas (Blancafort y Gómez, 2005), no existen estudios previos sobre el tipo de relaciones biológicas que tiene esta especie con las hormigas.

Por otra parte, no existen datos sobre la ecología de *Formica subrufa*, constituyendo este trabajo una primera aportación al conocimiento de algunos de los aspectos de la biología de esta especie de hormiga.

1.2. Objetivos

En el presente estudio se plantean los siguientes objetivos:

1. Conocer las especies que constituyen la mirmecofauna de la Estación biológica «Torretes-Font Roja» perteneciente al Parque Natural de la Font Roja y su distribución según el tipo de vegetación.
2. Analizar el papel de *Formica subrufa* en la polinización de *Euphorbia nicaeensis*.

Capítulo 2

Especies del área de estudio

2.1. Área de estudio

2.1.1. Estación biológica de Torretes

La Estación Biológica «Torretes-Font Roja» fue inaugurada el 29 de Marzo de 2003, fruto de un convenio de colaboración establecido entre el Ayuntamiento de Ibi y el CIBIO (Instituto Iberoamericano de la Biodiversidad)

La estación se ubica en una antigua finca de secano en el paraje denominado «Les torretes», a 950 m, en el NE del término municipal de Ibi, próxima a la carretera comarcal de Alcoy y colindante con el Parque Natural del Carrascal de la Font Roja, al cual se puede acceder por un barranco, sito en dicha finca.

La Estación Biológica abarca una superficie total de 53 Ha, de las que su mayor parte corresponden a superficie forestal, con matorral esclerófilo, lastonares, sabinars de roquedo, pinar de pino carrasco y alguna pequeña superficie de espartal, siendo su superficie agraria útil de tan sólo 9 Ha. En esta superficie se incluyen los ribazos de separación entre las terrazas, que corresponden a antiguos cultivos de secano de cereal, y principalmente almendro y olivo, quedando sólo una hectárea de estos antiguos cultivos, dedicada al cultivo de almendros.

2.2. Material y métodos

2.2.1. Métodos de muestreo

A fin de determinar las especies de formícidos en el área de estudio, se procedió a muestrear la zona combinando trampas de caída con captura manual, que según está citado en la bibliografía (Agosti *et al.*, 2000), es el método más eficiente para conocer la mirmecofauna.

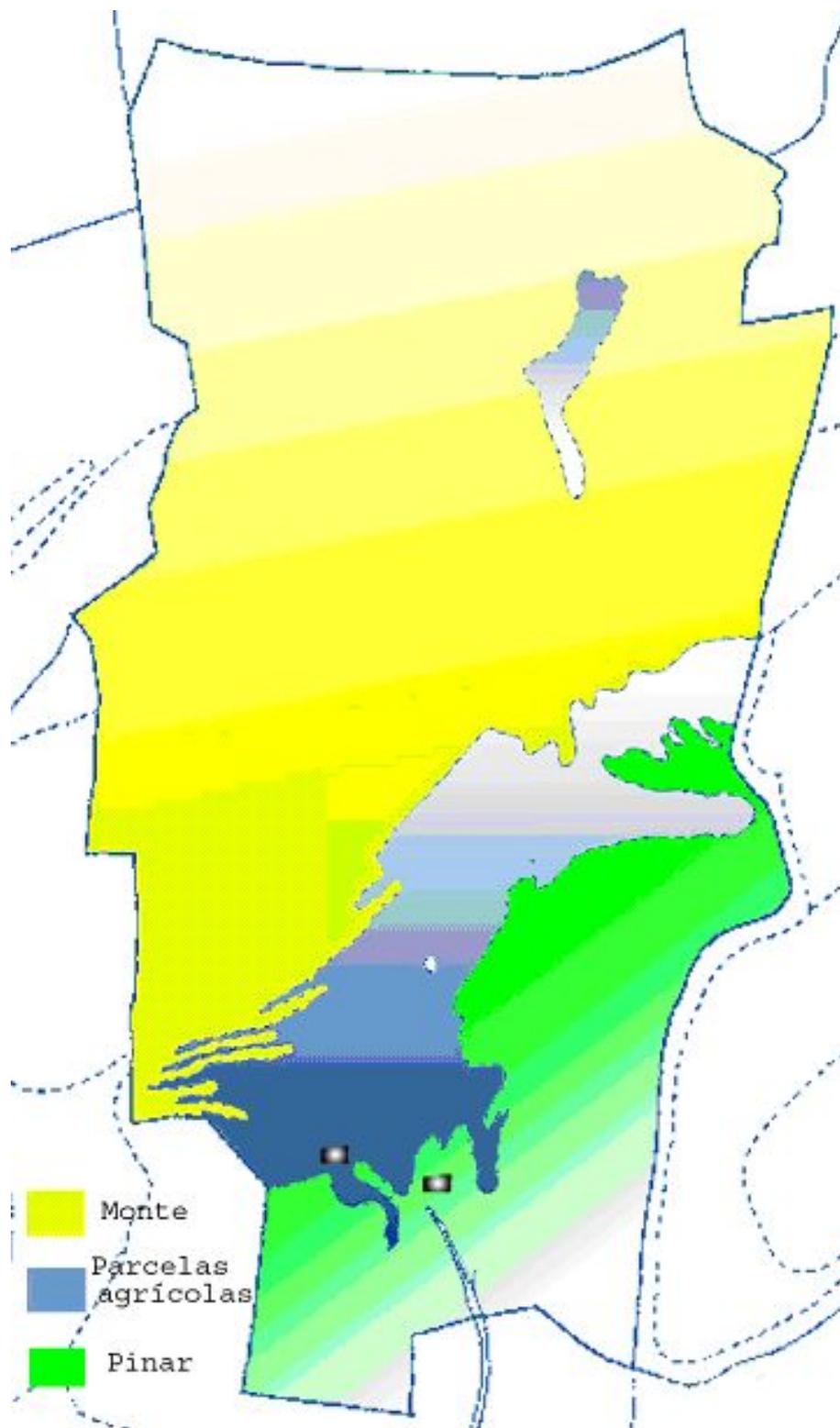


Figura 2.1: Mapa de usos del suelo de la Estación Biológica «Torretes-Font Roja»

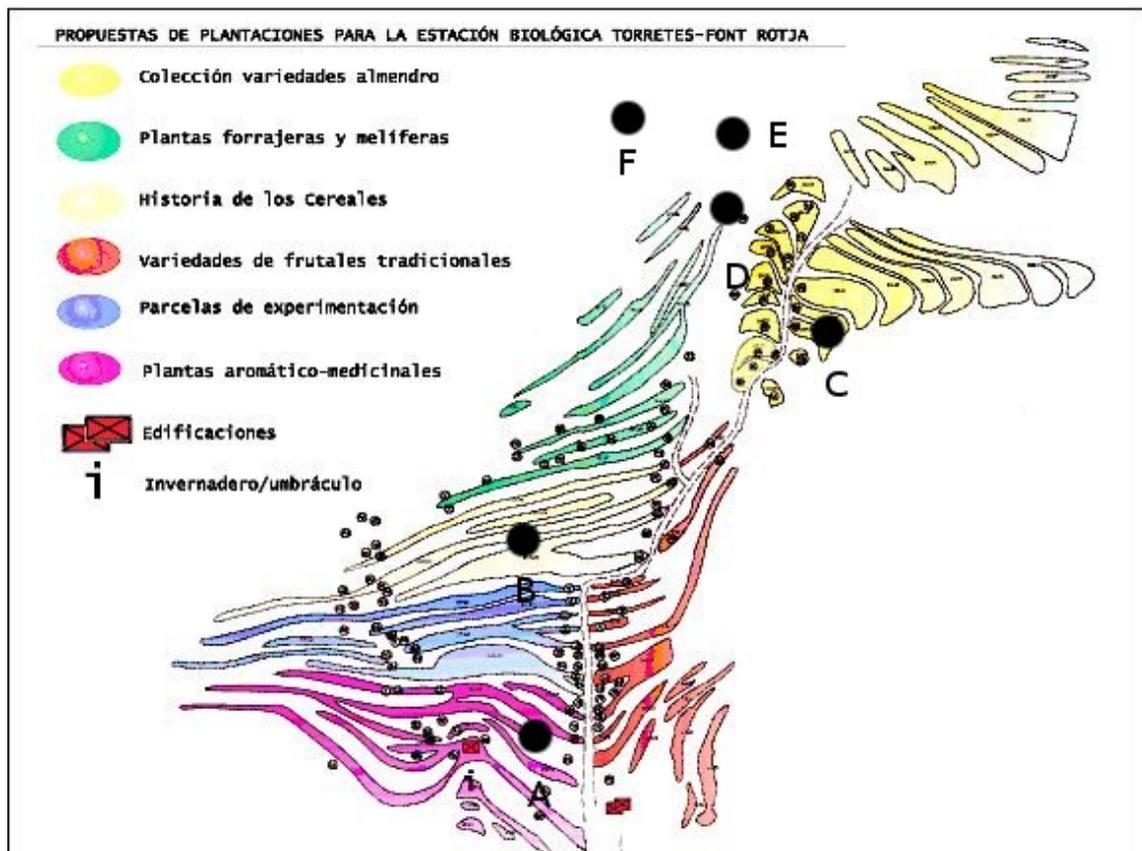


Figura 2.2: Parcelas de experimentación de la Estación Biológica «Torretes-Font Roja». A: «Pinar». B: «Bituminaria». C: «Almendro». D: «Olivo». E: «Genista». F: «Juniperus»

Las trampas de caída consistieron en recipientes de plástico de 30 cm de diámetro y una profundidad de 10 cm con unas aberturas practicadas cerca del borde superior y protegidas con una malla, a fin de que el contenido no rebosase en caso de lluvia. Estos recipientes fueron enterrados con su borde superior a ras de suelo y llenados posteriormente con etilen-glicol.

Estas trampas fueron colocadas en los distintos tipos de vegetación identificados en la estación biológica (Fig. 2.1), teniendo en cuenta también los cultivos (Fig. 2.2). A continuación se presenta una breve descripción de los tipos de vegetación seleccionados:

Juniperus: Situado en la zona más alta de la estación, y dominado por *Juniperus oxycedrus* L. y *Quercus coccifera* L..

Bituminaria: Se sitúa en bancales de cultivo siendo el cultivo en el año de muestreo de *Bituminaria bituminosa* L..

Almendro: Se trata de una zona de bancales de cultivo dedicados al almendro (*Prunus dulcis* Mill.), tratándose de variedades locales de la comunidad valenciana..

Olivo: Zona próxima a una pedrera, y con dominancia en el cultivo de olivos (*Olea europaea* L.).

Genista: Área situada en una zona de la estación protegida en su vertiente de umbría por una pared rocosa, predominando (*Genista scorpius* L.) acompañada de olivos.

Pinar: Zona más baja, situada próxima a las edificaciones, donde predomina el pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.).

En cada uno de estos tipos de vegetación se situaron dos réplicas a una distancia aproximada de 5 metros . El periodo de muestreo abarcó la primavera, verano y otoño de 2005, llevándose a cabo la recogida de muestras con una periodicidad quincenal.

Los puntos de muestreo para captura manual contemplaron todas las zonas seleccionadas para las trampas de caída, además de otras zonas que, por razones logísticas (zonas rocosas), no pudieron ser muestreadas de otro modo. Los muestreos manuales se realizaron durante los días de recogida de las trampas y además se complementaron con un muestreo semanal durante los meses de julio y agosto de 2005.

2.2.2. Preparación e identificación del material

El contenido de las trampas fue colado para conservarlo en etanol al 70 %, hasta su posterior separación. A continuación las muestras fueron etiquetadas con la localización y fecha de colocación y de recogida de la trampa. Para su identificación, parte del material fue conservado en etanol, y otra parte en seco según una metodología estándar (Agosti *et al.*, 2000).

Con las muestras obtenidas a partir de captura manual se procedió de igual modo. Para la identificación se utilizaron las claves publicadas por Francisco Gómez y Xavier Espadaler disponibles en internet (Hormigas Ibéricas), identificándose todos los ejemplares hasta nivel de especie.

El material se encuentra depositado en la colección CEUA del CIBIO, Universidad de Alicante.

2.3. Resultados

2.3.1. Especies obtenidas en la estación biológica de Torretes

A partir de los muestreos llevados a cabo en la estación biológica de Torretes se pudieron determinar las siguientes especies, pertenecientes a la Familia Formicidae.

- Subfamilia Myrmicinae
 - Tribu Pheidolini
 - *Messor barbarus* Linnaeus, 1767
 - *Messor capitatus* Latreille, 1798
 - *Aphaenogaster gibbosa* Latreille, 1798
 - *Goniomma baeticum* Reyes y Rodríguez, 1987
 - Tribu Solenopsidini
 - *Monomorium salomonis* Linnaeus, 1758
- Subfamilia Formicinae
 - Tribu Camponotini
 - *Camponotus amaurus* Espadaler, 1997
 - *Camponotus pilicornis* Roger, 1859
 - *Camponotus sylvaticus* Olivier, 1792
 - Tribu Formicini
 - *Formica frontalis* Santschi, 1919
 - *Formica fusca* Linnaeus, 1758
 - *Formica subrufa* Roger, 1859
 - Tribu Lasiini
 - *Lasius lasioides* Emery, 1869

Para mejor comprensión de las descripciones que a continuación se presentan, se puede consultar la Figura 2.3, donde se indican de manera sencilla los caracteres más importantes de la morfología de una hormiga. Se incluyen a continuación unas breves claves dicotómicas de identificación para las especies encontradas en la Estación Biológica «Torretes-Font Roja».

Clave de identificación

1. Una escama peciolar.....2 Myrmicinae
Dos escamas peciolares, compuestas por peciolo y postpeciolo 3
Formicinae
2. Ojos ubicados lejos de la inserción mandibular 4
Ojos proyectados anteroventralmente por la cara lateral de la cabeza hasta su parte ventral y hasta (o muy cerca) de la inserción mandibular *Goniomma baeticum*
3. Fosas antenales alejadas del margen posterior del clípeo ... 7 *Camponotus*
Fosas antenales muy próximas al margen posterior del clípeo 9
4. Antena con maza antenal de 3 artejos. Además propodeo redondeado sin bultos, dientes o espinas *Monomorium salomonis*
Antena sin maza antenal o esta formada por cuatro o cinco artejos 5
5. Proceso metasternal muy desarrollado, generalmente de cabeza más cuadrada que alargada 6
Messor
Proceso metasternal poco desarrollado, generalmente cabeza más alargada *Aphaenogaster gibbosa*
6. Propodeo redondeado en vista de perfil; las obreras mayores alcanzan los 11 mm y tienen la cabeza de un color rojizo, con el resto del cuerpo negro; las *minor* presentan el cuerpo completamente negro *Messor barbarus*
Propodeo de anguloso a bituberculado en vista de perfil; color completamente negro en todas las castas *Messor capitatus*
7. Depresión mesopropodeal (entre propodeo y promesonoto) muy marcada. Microescultura en todo el cuerpo, lo que le da un aspecto mate *Camponotus amaurus*
Perfil del mesosoma simple, sin rupturas 8
8. Márgenes de la gena y pronoto con numerosos pelos, al menos el mesosoma rojo amarillento *Camponotus pilicornis*
Márgenes de la gena y pronoto sin pelos o con muy pocos. Mesosoma rojo a marrón rojizo oscuro, a veces casi negro. Cuerpo brillante .. *Camponotus sylvaticus*

9. Con el mesosoma visto de perfil, el espiráculo propodeal se sitúa por debajo del borde de la curvatura del propodeo y relativamente alejado de la parte posterior del mismo. En las obreras, ocelos presentes y distinguibles ... 10
Formica
- Con el mesosoma visto de perfil, el espiráculo propodeal se sitúa en el borde o cerca del borde posterior del propodeo. En las obreras, ocelos ausentes o vestigiales *Lasius lasioides*
10. Todo el cuerpo cubierto con quetas cortas y gruesas. Mesosoma con una línea dorsal suave y con el mesonoto cóncavo *Formica subrufa*
- Mesosoma con el mesonoto convexo. Quetotaxia diversa, pero en caso de presentar quetas en el mesonoto son relativamente más finas 11
11. Triángulo frontal de brillo similar a las zonas circundantes. Hormigas de coloración diversa, monocoloras o bicoloreadas, normalmente de tonalidades negras o castañas. Aspecto general mate *Formica fusca*
- Triángulo frontal claramente más brillante que las zonas circundantes. Hormigas fuertemente bicoloreadas, con la cabeza, mesosoma, peciolo y a veces zonas del primer segmento gastral de color rojizo. Tórax, escama peciolar, fémures y parte trasera de la cabeza con abundantes pelos cortos
Formica frontalis

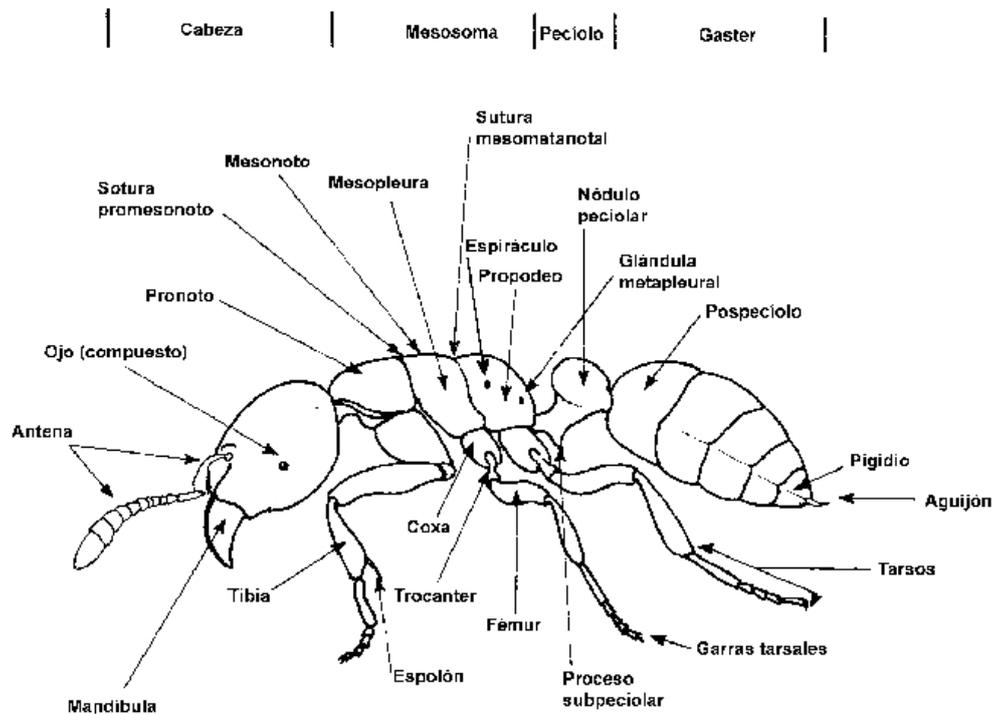


Figura 2.3: Anatomía general de una hormiga

Messor barbarus

Especie granívora mediterránea, que forma grandes colonias en el suelo . Sus individuos, se caracterizan por presentar un clípeo dentado en su borde anterior, y un propodeo redondeado, presentando además, las obreras de morfotipo *major*, la cabeza de color rojizo, siendo las obreras de morfotipo *minor* completamente negras.

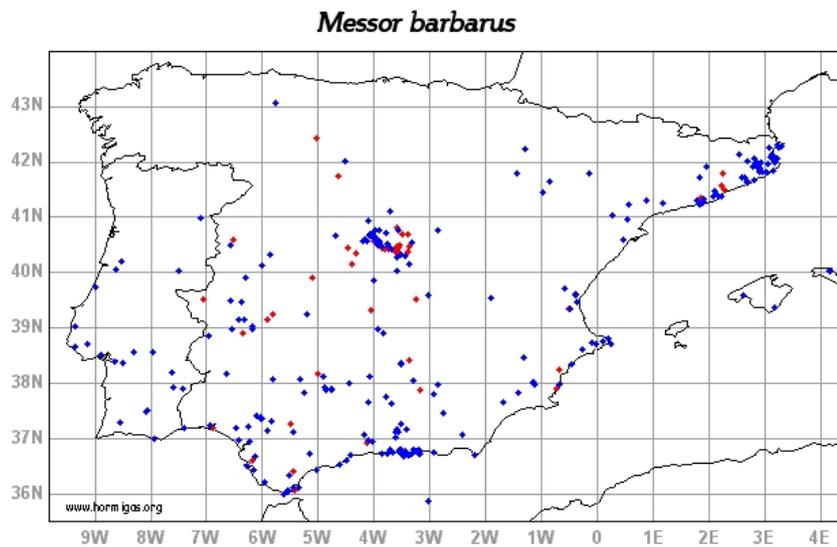


Figura 2.4: Distribución de *Messor barbarus*

Esta especie estaba citada anteriormente de diferentes localidades de la provincia de Alicante (Fig. 2.4).

En el área de estudio, se encontró asociada a las gramíneas, con un bajo número de ejemplares.

Messor capitatus

Especie granívora mediterránea del mismo grupo que la anterior, cuyas obreras se diferencian por presentar un propodeo bituberculado o anguloso y, en el caso del morfotipo *major*, la cabeza completamente negra.

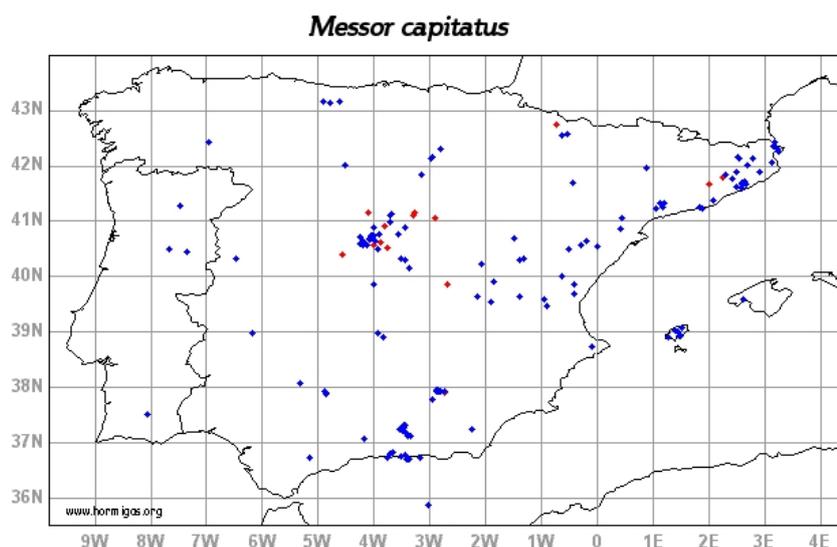


Figura 2.5: Distribución de *Messor capitatus*

Especie citada también con anterioridad en la provincia de Alicante (Fig. 2.5) y que ha sido encontrada, en el área de estudio, tanto en zonas de cultivo como en zonas rocosas en los puntos más altos de la Estación (Tab. 2.1).

Vegetación	Bituminaria	Almendro	Olivo	Juniperus	Genista	Pinar
<i>Messor barbarus</i>	X	X				
<i>Messor capitatus</i>		X		X	X	
<i>Aphaenogaster gibbosa</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Goniomma baeticum</i>			X			
<i>Monomorium salomonis</i>		X				
<i>Camponotus amaurus</i>			X			
<i>Camponotus pilicornis</i>			X	X	X	X
<i>Camponotus sylvaticus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Formica frontalis</i>						X
<i>Formica fusca</i>				X		
<i>Formica subrufa</i>	X	X				X
<i>Lasius lasioides</i>	X					X

Tabla 2.1: Presencia de especies de hormiga por tipo de vegetación, la letra «X» denota presencia

Aphaenogaster gibbosa

Especie omnívora de distribución mediterránea occidental, bien representada en la Península como se puede apreciar en la Figura 2.6. Los individuos de esta

especie se caracterizan por un gastero liso y brillante y un color negro en todo el cuerpo. Además, sus colonias, formadas en el suelo, no suelen ser permanentes.

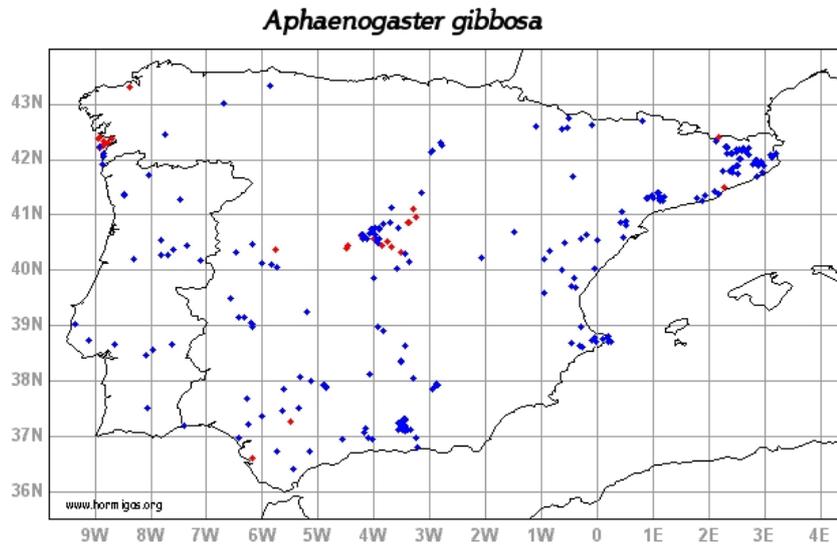


Figura 2.6: Distribución de *Aphaenogaster gibbosa*

Esta especie se haya presente en todo el área de estudio, sin presentar cambios de abundancia relacionados con la vegetación (Tab. 2.1)

Gonomma baeticum

Se trata de hormigas granívoras con distribución mediterránea occidental, sólo citada en diez ocasiones para la Península y restringida al Suroeste peninsular (Fig. 2.7), siendo esta cita nueva, para la provincia de Alicante y para todo el Sureste de la Península Ibérica.

Los individuos de esta especie se caracterizan por unos ojos lenticulados bajo la línea media de la cabeza, doce artejos funiculares y un propodeo con dos espinas.

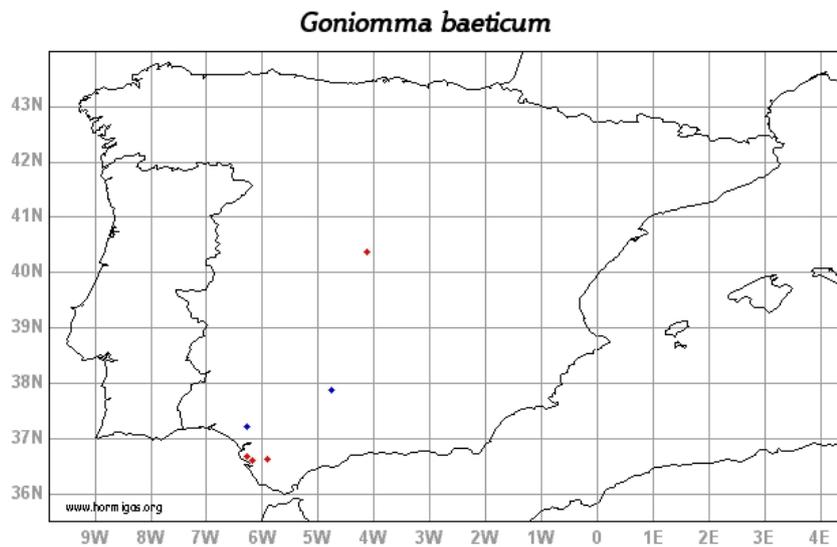


Figura 2.7: Distribución de *Goniomma baeticum*

En el área de estudio sólo se ha podido capturar en una zona alta de la estación donde predominan los olivos, capturándose pocos ejemplares, lo cual puede ser debido a que no forman grandes pistas como otras granívoras típicas del mediterráneo.

Monomorium salomonis

Las obreras de esta especie poseen un funículo con 12 artejos y una maza antenal de tres, y se distinguen por un brillo apagado en la cabeza y el gastro del resto de las de su género. Si bien se ha citado numerosas veces en la Península, no ha sido citada anteriormente para el Sureste Peninsular (Fig. 2.8).

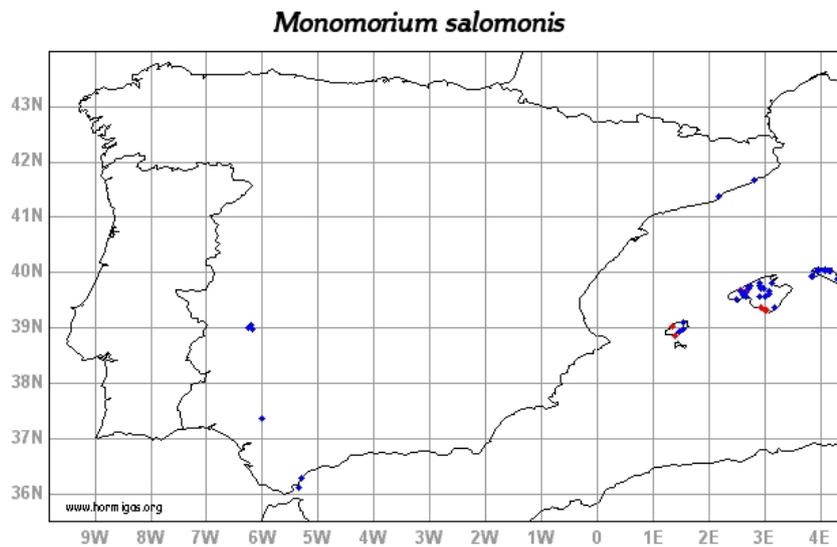


Figura 2.8: Distribución de *Monomorium salomonis*

Si bien se han encontrado numerosos ejemplares, sólo se han capturado en zonas de cultivo de la Estación biológica, concretamente en las parcelas dedicadas al cultivo del almendro (Tab. 2.1)

Camponotus amaurus

Dentro de su género se caracteriza por un color marrón mate uniforme y un perfil del mesosoma sin rupturas, estando citada sólo en nueve ocasiones todas ellas en la provincia de Almería, como se puede observar en la Figura 2.9.

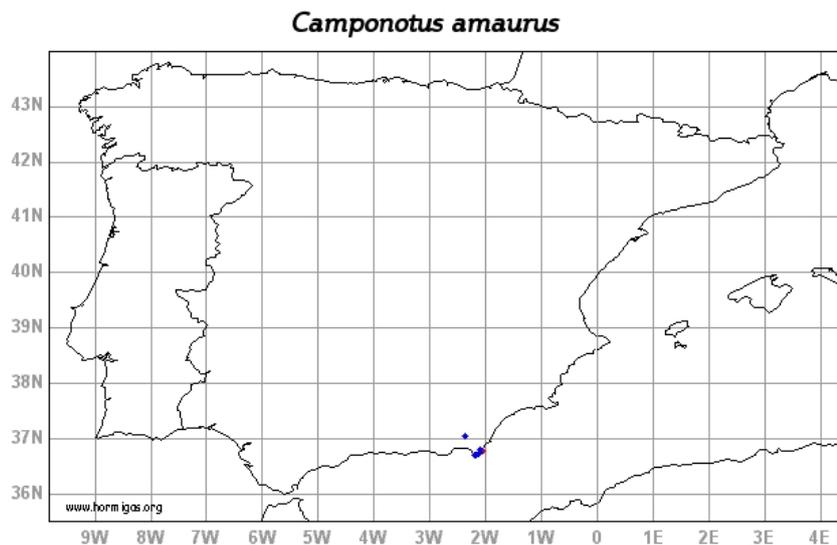


Figura 2.9: Distribución de *Camponotus amaurus*

Las obreras de *C. amaurus* se han encontrado siempre en la zona donde predominan los olivos (Tab. 2.1), siendo abundante localmente.

Camponotus pilicornis

Es una especie endémica de la Península y el Norte de África cuyos individuos suelen formar colonias debajo de piedras. Morfológicamente se caracterizan, dentro de su género, por una pilosidad poco abundante en todo el cuerpo, gastro brillante, perfil del mesosoma sin rupturas, márgenes de las genas con setas, ausencia de surco longitudinal en la cara interna de las tibiae traseras, y al menos el mesosoma rojo amarillento. Su distribución se muestra en la Figura 2.10, donde se puede observar que ya había sido citada previamente para zonas próximas al área de estudio.

Esta especie se ha encontrado en casi todo el área de estudio, estando ausente solamente en las parcelas dedicadas al cultivo (Tab. 2.1).

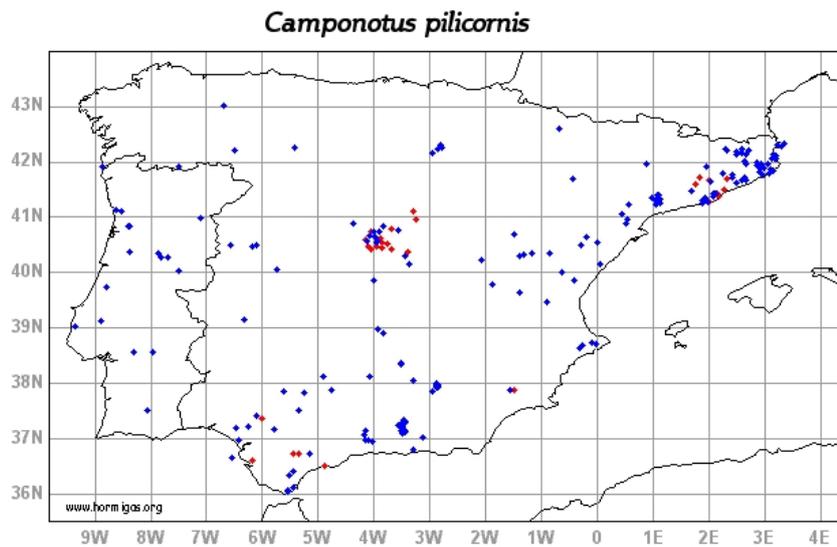


Figura 2.10: Distribución de *Camponotus pilicornis*

Camponotus sylvaticus

Dentro de su género, sus obreras se diferencian, principalmente, por un mesosoma rojo o marrón rojizo oscuro, y todo el cuerpo brillante, siendo en lo demás, similar a *C. pilicornis*. Su distribución comprende toda la Península, siendo una especie común, tal y como se puede apreciar en la Figura 2.11

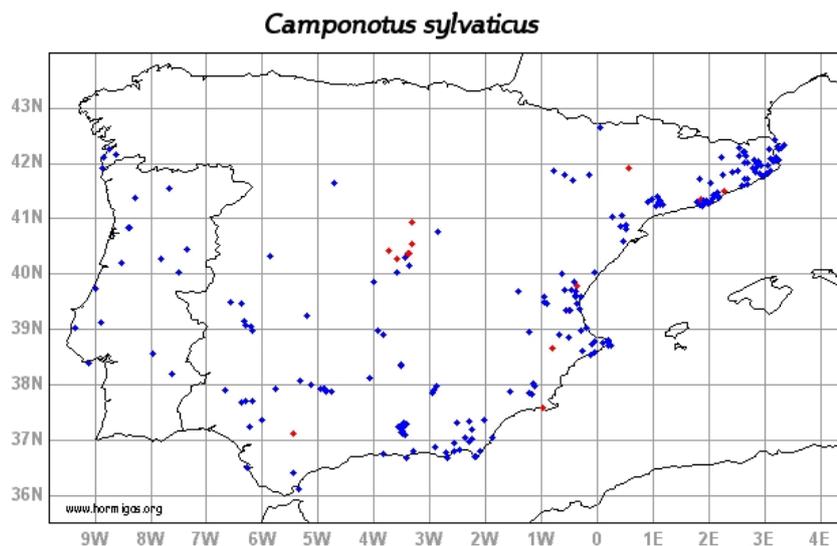


Figura 2.11: Distribución de *Camponotus sylvaticus*

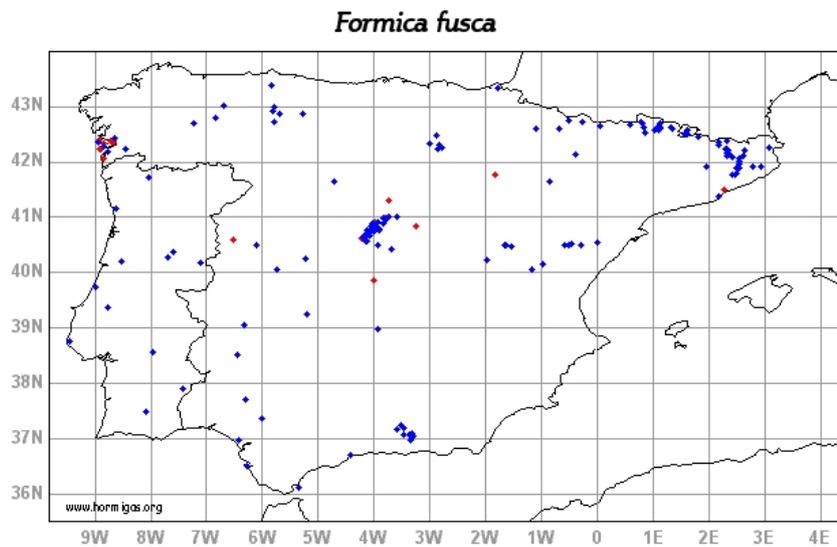


Figura 2.13: Distribución de *Formica fusca*

Esta especie ha sido capturada solamente en las partes más altas de la estación, donde predomina el enebro, no siendo muy abundante (Tab. 2.1).

Formica subrufa

Esta especie se caracteriza de entre las de su género por la presencia de setas en los ojos, setas en la parte trasera de la cabeza y tanto mesonoto como metanoto cóncavos. Es una especie endémica de la Península, bien distribuida por el territorio (Fig. 2.14).

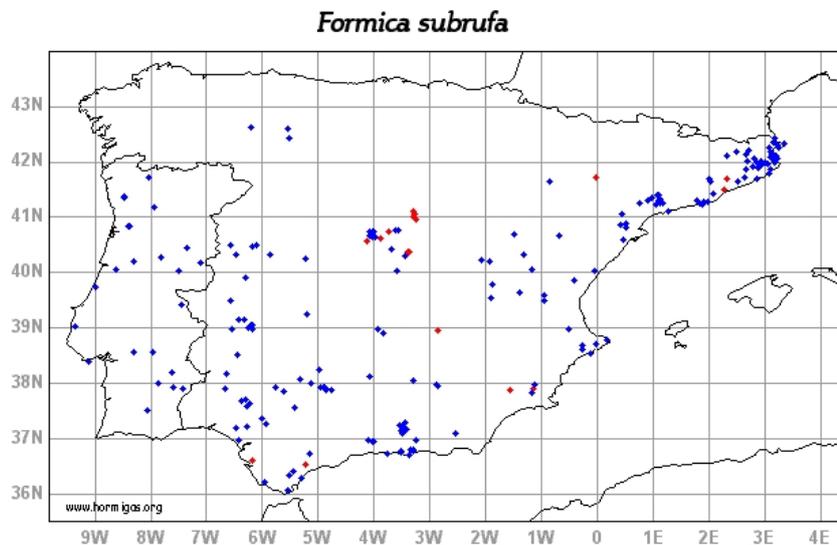


Figura 2.14: Distribución de *Formica subrufa*

En el área de estudio se ha encontrado asociada solamente a las zonas próximas a las edificaciones, independientemente del tipo de vegetación. No se conocían datos previos sobre su tipo de alimentación, habiéndose observado a lo largo de este estudio que consiste en la depredación de pequeños insectos y fluidos azucarados como el néctar de ciertas plantas (principalmente *Euphorbia nicaeensis*) y las secreciones de áfidos, variando su régimen alimenticio con la época del año.

Lasius lasioides

Las obreras de esta especie se caracterizan por unos ojos grandes en relación a la cabeza y una pubescencia perfectamente pegada al cuerpo, siendo difícil separarla de *Lasius brunneus*. Su distribución se muestra en la Figura 2.15, no conociéndose anteriormente para el Sureste peninsular.

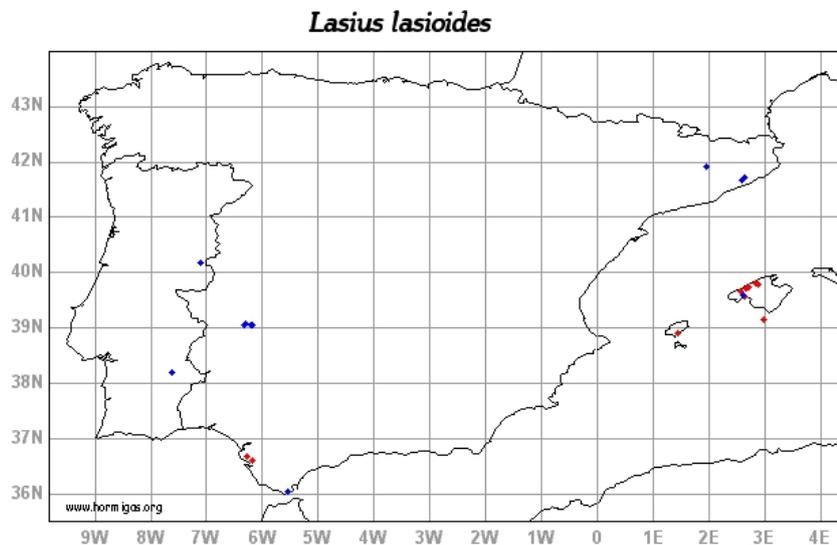


Figura 2.15: Distribución de *Lasius lasioides*

Las obreras de *L. lasioides* han sido capturadas solamente en los puntos de muestreo más próximos a las edificaciones, siendo abundantes localmente.

Los mapas de distribución fueron obtenidos de internet (Hormigas Ibéricas).

Catálogo preliminar del Parque Natural de la Font-Roja

Con el propósito de completar el catálogo obtenido en la Estación Biológica «Torretes-Font Roja», se han estudiado las muestras de trampas de caída utilizadas para la captura de otros grupos de insectos.

Estas trampas de caída colocadas en el Parque Natural de la Font Roja, el cual constituye la vertiente de umbría de la Sierra, se han estudiado ciertas especies que no han sido encontradas en la Estación biológica de Torretes. *Crematogaster scutellaris*, está asociada a bosque mediterráneo más denso, *Temnothorax rabaudi*, anida en madera, *Myrmica* sp., típica de zonas frías y *Cataglyphis* sp., que si bien se trata de hormigas termófilas, no han sido encontrada en la Estación biológica de Torretes. A continuación se detalla el catálogo de especies de formícidos identificadas para la Font Roja.

- Subfamilia Myrmicinae
 - Tribu Pheidolini
 - *Messor structor* Latreille, 1798
 - *Aphaenogaster dulcineae* Emery, 1924

- Tribu Crematogastrini
 - *Crematogaster scutellaris* Olivier, 1792
- Tribu Myrmicini
 - *Myrmica* sp
- Tribu Formicoxenini
 - *Temnothorax rabaudi* Bondroit, 1918
- Subfamilia Formicinae
 - Tribu Camponotini
 - *Camponotus amaurus* Espadaler, 1997
 - *Camponotus pilicornis* Roger, 1859
 - *Camponotus sylvaticus* Olivier, 1792
 - Tribu Formicini
 - *Cataglyphis* sp
 - Tribu Lasiini
 - *Lasius lasioides* Emery, 1869

Capítulo 3

Los formícidos y la polinización de *Euphorbia nicaeensis*

3.1. Principales características de *Euphorbia nicaeensis*

Se trata de una planta (Fig. 3.1) sufruticosa, multicaule, con numerosos rebrotes que a veces llevan hojas arrosietadas en su extremo, en general muy glauca. Cepa muy gruesa, hasta de 2 cm de diámetro. Tallos de 20-80 cm, erectos, más o menos papilosos, robustos, hasta de 7 mm de diámetro, con 5-7(10) ramas fértiles laterales, defoliados y cicatricosos en el 1/2 - 1/3 inferior. Hojas 25-50 x 4-10 (18) mm, entre oblongas y oblanceoladas –las de las ramas fértiles laterales, ovadas y hasta 15(20) mm de anchura–, consistentes, subsésiles, en general papilosas, velutinas, enteras, por excepción finalmente crenuladas en el ápice, obtusas, mucronadas, a veces involutas en el ápice, a menudo tri(penta)nervias por el envés, de ordinario muy glaucas; las medias patentes o erecto-patentes, a menudo apiñadas, las inferiores reflejas. Pleocasio con (6)8-16 radios de (10)25-50 mm, simples o 2(3) veces bifurcados, amarillento; brácteas pleocasiales de ordinario anchamente ovadas o truladas, a veces oblongas o elípticas, mucronadas; brácteas dicasiales reniformes o cordiformes, mucronadas, libres. Ciatio (Fig. 3.2) 2,5-3 mm, sécil o cortamente pedunculado, glabrescente; nectarios en general apendiculados, trapecoidales o transversalmente elípticos, amarillentos o verdosos, con dos apéndices $\leq 0,5$ mm, agudos o, en general, obtusos, con el margen entero, crenado, irregularmente dentado o incluso a veces multífido. Ovario glabro o con pelosidad a menudo caduca, Fruto 3,5-4,5 x 3,5-4,5 (5) mm, ovoideo-cónico, glabro, por excepción veloso o lanuginoso, levemente sulcado; cocas redondeadas, lisas, finamente rugosas y a veces papilosas. Semillas 2,3-2,7(3) x 1,8-2,2(2,5) mm, ovoideas o subovoideas, algo comprimidas dorsiventralmente, lisas, en general de un

gris pálido o blanquecinas, en ocasiones débilmente moteadas; carúncula c. 0,6 x 0,6 mm, cónica, subterminal (Castroviejo, 1997).



Figura 3.1: Ejemplar de *Euphorbia nicaeensis* en la Estación Biológica «Torretes-Font Roja»



Figura 3.2: Vista de un ciatio

3.2. Material y métodos

3.2.1. Marca

Para poder realizar este estudio fue necesario marcar los ejemplares de *Euphorbia nicaeensis* así como sus distintas ramas. La marca se hizo por rama, ya que era necesario identificar los tratamientos dentro de cada individuo, al ser estos intercalados. Se empleó para ello una pintura no tóxica que no afectaba a los visitantes florales ni a las plantas.

Para llevar a cabo la marca se seleccionaron los colores fucsia y rojo, dada la facilidad y distancia a la que podían ser detectados estos colores. Estas pinturas eran aplicadas en las ramas en la zona inmediatamente anterior a donde comienzan a aparecer las inflorescencias (Fig. 3.3) excepto en los tratamientos de exclusión de hormigas que se marcaban por debajo del lugar de aplicación del pegamento. En total se marcaron las ramas de 36 individuos con los códigos de colores correspondientes a cada tratamiento.



Figura 3.3: Marca de una rama

3.2.2. Tratamientos de polinización

Aislamiento frente a polinizadores voladores

A fin de aislar los pies de *Euphorbia nicaeensis* de sus posibles visitantes florales voladores, se diseñaron dos modelos de trampa de exclusión que cubren el individuo por completo. El primero de ellos (Fig. 3.4) consistía en un armazón de malla metálica cilíndrico de unos 40 cm de diámetro y 60 cm de altura, cuyas bases estaban abiertas. Este armazón se cubría con una gasa, que llegaba hasta el suelo y estaba unida al armazón, el cual se anclaba al suelo por medio de unas piquetas. Este modelo de trampa se utilizó para aislar ocho individuos de pequeño tamaño. El segundo modelo (Fig. 3.4) , más grande, consistió en un armazón cúbico de aluminio de 1 m de lado cubierto con una gasa y anclado a la tierra mediante piquetas, que disponía de unos vientos para reforzar la estructura. De este último modelo se utilizaron 6 trampas con las que se aislaron 7 individuos de mayor tamaño.



Figura 3.4: Trampas cilíndrica, inferior y cúbica, superior

Aislamiento frente a las hormigas

Para impedir el paso de las hormigas a las inflorescencias, se utilizó un adhesivo no tóxico, inodoro y transparente (Temobi®) que se aplicó a cada rama donde se querían aislar las inflorescencias (Fig. 3.5). Este tratamiento se aplicó a un total de 11 individuos. Previamente demostramos la eficacia e inocuidad de este adhesivo, probándolo durante dos semanas en tres individuos.



Figura 3.5: Aplicación del adhesivo

Aislamiento total de las inflorescencias

El aislamiento total de las inflorescencias de los polinizadores se logró combinando los dos métodos anteriormente descritos, es decir, cubriendo el individuo con una trampa de exclusión y aplicando adhesivo a las ramas seleccionadas, logrando así intercalar los tratamientos.

Todos estos tratamientos estuvieron bajo vigilancia diaria a fin de realizar un seguimiento de su estado, tomándose nota de cualquier incidencia que fuera relevante para el estudio, terminando dicho seguimiento con la recolecta de las semillas.

Tratamiento control

Finalmente, se eligieron 15 individuos sobre los cuales no se aplicó ningún tratamiento de aislamiento, permitiendo, por tanto, el acceso a los diferentes grupos de visitantes florales a las inflorescencias.

3.2.3. Censos de los visitantes florales

Para conocer los principales visitantes florales de *Euphorbia nicaeensis* se realizaron censos de quince minutos sobre dos individuos tres veces al día: 9:00-10:00/12:00-13:00/16:00-17:00. Estos censos se llevaron a cabo durante el pico de floración, que abarcó desde el 15 de Mayo hasta el 29 de Mayo de 2006.

Los censos se realizaron mediante observación directa (Fig. 3.6) de los insectos que se posaban sobre las inflorescencias de las plantas, anotando el número de ejemplares de cada morfoespecie.

Así mismo se llevaron a cabo capturas de los visitantes florales entre los censos, utilizando para ello una manga entomológica (Fig. 3.7) . Este material se identificó en todos los casos a nivel de Familia y cuando fue posible hasta el nivel de especie. Esta colección de comparación se empleó para identificar las morfoespecies observadas durante los censos. Todos los ejemplares fueron depositados, en seco, en la colección CEUA del CIBIO, Universidad de Alicante.



Figura 3.6: Censo en un ejemplar de *Euphorbia nicaeensis*



Figura 3.7: Manguero de insectos voladores

3.2.4. Recolección de semillas

El resultado final de los tratamientos sobre el éxito reproductivo de las plantas se midió mediante el porcentaje de semillas producido en cada caso. Para recolectar las semillas se optó por cortar las ramas pertenecientes a cada tratamiento cuando los frutos no estaban todavía totalmente maduros (principios de Julio de 2006). Se optó por esta medida para evitar la pérdida de semillas ya que, al madurar por completo, las cápsulas se abren de manera explosiva expulsándolas.

Todos los frutos, sin separar de las ramas, fueron guardados y etiquetados según el tratamiento y el individuo al que pertenecían. El material fue congelado para su almacenamiento hasta su análisis, que se llevó a cabo en Octubre-Noviembre de 2006.

Previa descongelación, las cápsulas fueron examinadas para determinar el número de semillas y su estado, teniéndose en cuenta los abortos y las fructificaciones por cada rama de cada individuo sometida a un determinado tratamiento.

3.2.5. Análisis de los datos

Análisis de los censos

Se calculó la media de ejemplares que visitaron las inflorescencias por día y planta para cada taxón.

Análisis de las frutos

A partir de los frutos obtenidos por tratamiento en cada individuo se calculó el porcentaje medio de fructificación para cada tratamiento y su error estándar.

En todas las variables estudiadas el valor medio obtenido se acompaña del error estándar y el tamaño de la muestra. Para averiguar las diferencias que pudieran existir entre las variables, se utilizaron los test no paramétricos ante la imposibilidad de normalizar la mayoría de las variables. Concretamente, se usó el test Kruskal-Wallis, seguido del test de la U de Mann-Whitney, para comparar las variables dos a dos.

3.3. Resultados

3.3.1. Resultados de los censos

En la Figura 3.8, se representa la abundancia relativa de los órdenes de insectos que visitaron las inflorescencias de *Euphorbia nicaeensis*. Los visitantes florales más frecuentes fueron claramente los himenópteros, representando más del 80 %

de las visitas florales. El segundo orden de insectos en importancia fueron los dípteros, con un 12 %, seguidos de los coleópteros, con tan sólo un 1 % de las visitas. Con respecto a este último orden, cabe destacar que la práctica totalidad de los ejemplares pertenecían a la familia Alleculidae (Fig. 3.9)

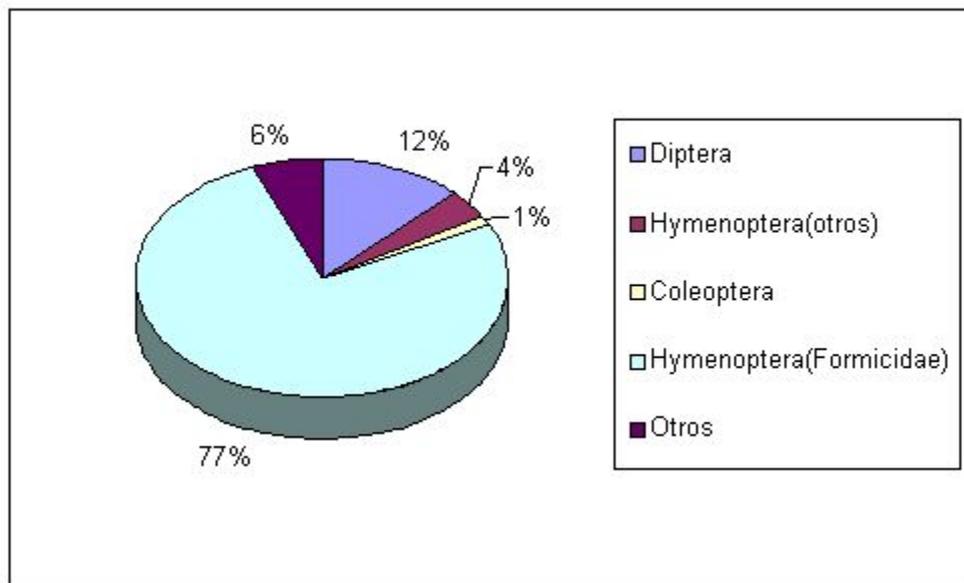


Figura 3.8: Censo de los distintos órdenes de visitantes florales



Figura 3.9: Coleoptera, Alleculidae

Dentro de los himenópteros, que fueron los visitantes florales más frecuentes, destaca la abundancia relativa de las hormigas (Fig. 3.10), con un 95 % de las visitas, perteneciendo todos los ejemplares a una única especie *Formica subrufa* (Fig. 3.11). Otras familias que visitaron las inflorescencias fueron los véspidos (Fig. 3.12) , con un 3 %, seguidos de crisídidos y gasterúptidos, ambos con un 1 % de las visitas.

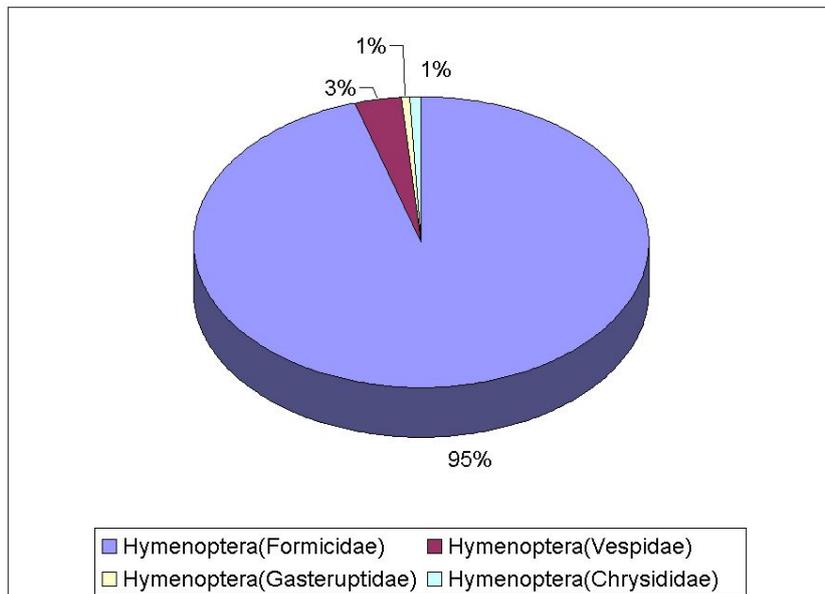


Figura 3.10: Censo de himenópteros



Figura 3.11: Ejemplar de *Formica subrufa* sobre *E. nicaeensis*



Figura 3.12: Hymenoptera, Vespidae

En cuanto a los dípteros, que fueron el segundo orden con mayor número de visitantes florales se calculó el porcentaje de visitas florales por familia (Fig. 3.13), destacando Muscidae (Fig. 3.14) con un 51 % y Syrphidae (Fig. 3.15) con un 36 %.

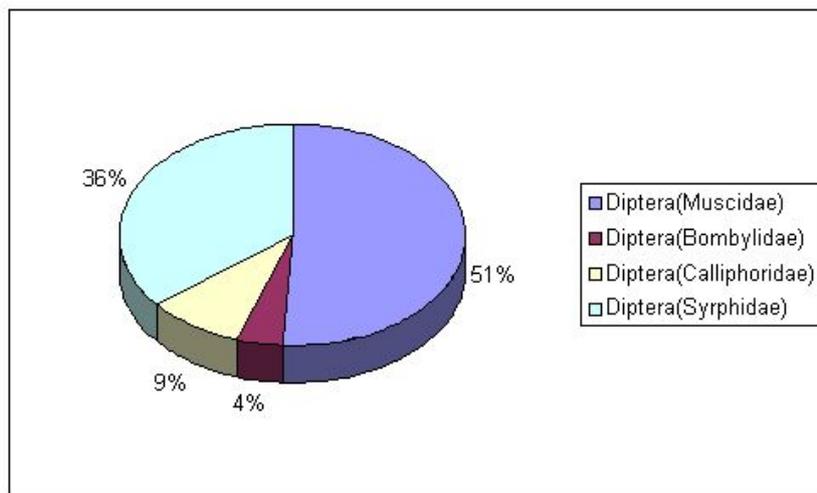


Figura 3.13: Censo de dípteros



Figura 3.14: Diptera, Muscidae



Figura 3.15: Diptera, Syrphidae

Finalmente, se calculó el número medio de individuos por día y orden, diferenciando, en el caso de los himenópteros, los individuos de *Formica subrufa* del resto (Fig. 3.16). En esta gráfica, se puede apreciar cómo el número de hormigas aumenta durante el periodo de floración hasta alcanzar valores más de cuatro veces mayores que los de cualquier otro grupo de visitantes florales. Se observa también cómo la presencia de otros himenópteros es puntual en el tiempo, mientras que las visitas de los dípteros son constantes con valores superiores en casi todo el periodo de estudio a los del resto de grupos considerados, exceptuando a los formícidos.

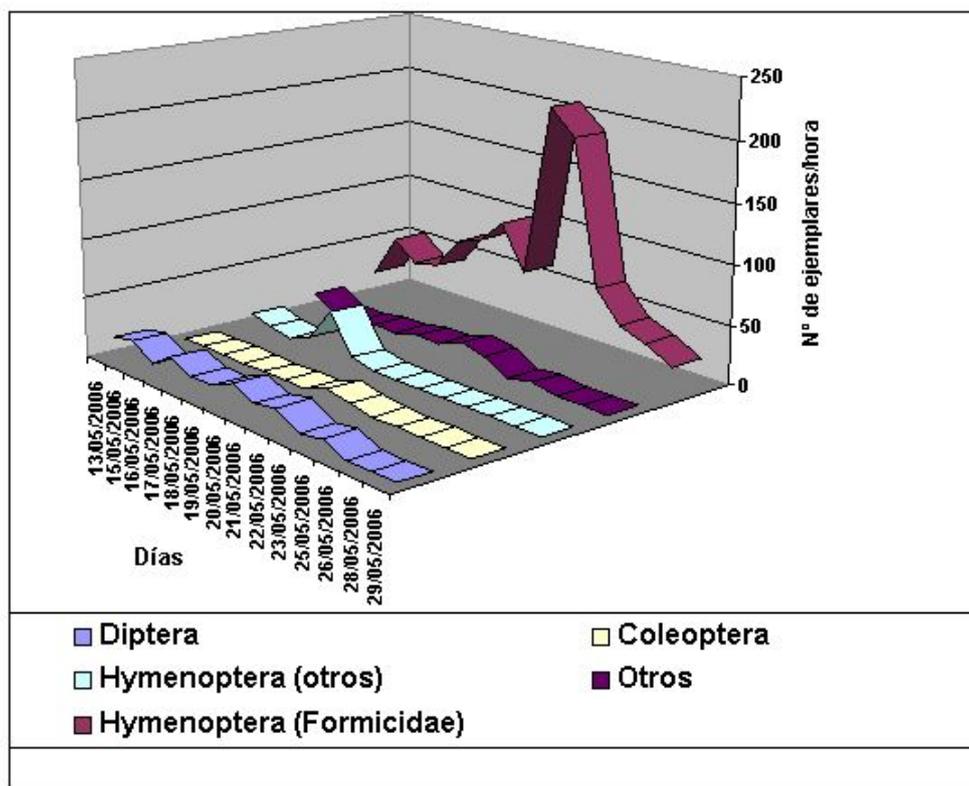


Figura 3.16: Abundancia relativa de *Formica subrufa* y de los diferentes órdenes de insectos que visitaron *Euphorbia nicaeensis* a lo largo del periodo de muestreo.



Figura 3.17: Otros himenópteros

3.3.2. Resultados: tratamientos de polinización

En la Figura 3.18 se presentan los porcentajes de fructificación obtenidos para cada tratamiento de polinización. De estos resultados cabe destacar que los valores máximos de fructificación se obtuvieron para los tratamientos control o polinización libre y de exclusión de hormigas, no existiendo diferencias significativas entre ellos pero sí con el resto de los tratamientos (Tab. 3.1).

Por otra parte, los porcentajes de fructificación más bajos, en torno al 5-10 %, correspondieron a los tratamientos de exclusión de todos los polinizadores y exclusión de hormigas, no existiendo diferencias significativas entre ellos (Tab. 3.1).

Tratamientos de polinización		Porcentajes de fructificación	
		Valor de z'	P
		H(3,N=51)=40.32498	<0.00001
Tratamiento control	Exclusión de voladores	2.8258	0.0283
	Exclusión total	2.8383	0.0272
Exclusión de voladores	Exclusión de hormigas	2.5687	n.s.
	Exclusión total	0.2954	n.s.
Exclusión total	Exclusión de hormigas	5.2238	0.000001
	Exclusión de hormigas	4.9451	0.000005

Tabla 3.1: Resumen de estadísticos

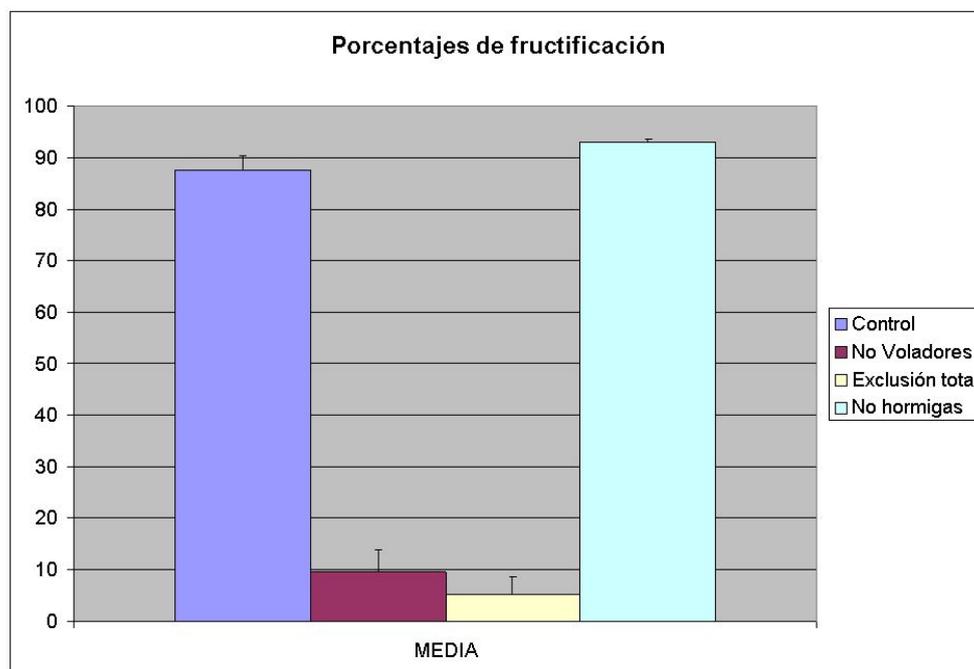


Figura 3.18: Porcentajes de fructificación para los distintos tratamientos de exclusión de polinizadores

3.4. Discusión

Los resultados obtenidos para el tratamiento de polinización espontánea, con un porcentaje inferior al 5 % de fructificación, nos indican que la planta de estudio no es capaz de producir frutos en ausencia de polinización entomófila. Además, la gasa utilizada no impedía en suficiente medida el paso del viento como para

impedir la polinización anemófila, con lo que descartamos casi con toda seguridad este sistema de polinización.

En cuanto al tratamiento de polinización natural (control), donde se permitió la libre polinización, alcanzó porcentajes de fructificación muy elevados, cercanos al 90 %. Sin embargo, el tratamiento de exclusión de hormigas, cuyos individuos de la especie *Formica subrufa*, da como resultado unos porcentajes de fructificación también muy elevados, próximos a los obtenidos para el tratamiento de polinización natural (control). De estos resultados se concluye que esta especie no interviene de manera activa en la polinización de *Euphorbia nicaeensis* a pesar de ser los visitantes florales más frecuentes (ver 3.3.1). La escasa importancia como agentes polinizadores de estos formícidos puede estar relacionada con su escasa capacidad de transportar polen unido al hecho de que la secreción de la glándula metapleurar reduce la viabilidad del polen (Beattie, 1985).

Los bajos valores de los porcentajes de fructificación obtenidos para el tratamiento de exclusión de insectos voladores, muy similares a los obtenidos para el tratamiento de exclusión de todos los polinizadores, indican que los principales polinizadores de *Euphorbia nicaeensis* pertenecen a este grupo de insectos. Muy probablemente se trate de múscidos o sírfidos (Diptera), ya que son las familias a las que pertenecen la mayor parte de los visitantes florales (ver 3.3.1), como ocurre en *Euphorbia dendroides*, perteneciente al mismo género (Traveset y Sáez, 1997)).

El papel de *Formica subrufa* en la polinización de *Euphorbia nicaeensis* es, pues, muy pequeño, si bien la presencia continuada de los ejemplares de esta especie mientras la planta presenta actividad fotosintética hace pensar que deben desempeñar otro tipo de funciones, que se podrían dilucidar en futuros estudios. Entre las posibles relaciones se ha observado el pastoreo de áfidos (Homoptera: Afidae), de los cuales obtienen melaza, principalmente cuando los nectarios de la planta han dejado de producir néctar. También se las ha observado expulsando a otros visitantes florales de las inflorescencias, tales como algunos coleópteros de la familia Alleculidae (Fig. 3.9), que podrían estar afectando negativamente a la planta. Otra hipótesis podría ser que actuaran como ladronas de néctar (Galen y Butchart, 2003).

Si bien la producción de semillas es un factor clave en el éxito reproductivo de una planta, ha de tenerse en cuenta también el establecimiento de las nuevas plántulas y su desarrollo hasta la producción de semillas. *Formica subrufa* podría influir positivamente (Gómez *et al.*, 2005), al dispersar las semillas hasta lugares más favorables que las inmediaciones de la población de origen.

Capítulo 4

Conclusiones

- Se ha encontrado un total de doce especies de formícidos en la Estación Biológica «Torretes-Font Roja» de las cuales *Camponotus sylvaticus* y *Ap-haenogaster gibbosa* son las mejor distribuidas, apareciendo en todo el área de estudio.
- El elevado éxito reproductivo obtenido en el tratamiento de polinización natural frente al de polinización espontánea, pone de manifiesto que *Euphorbia nicaeensis* es una especie claramente entomófila.
- La especie con mayor frecuencia de visitas florales fue *Formica subrufa* (Hymenoptera: Formicidae). No obstante, se ha descartado su contribución a la polinización de *Euphorbia nicaeensis*.
- Los insectos que polinizan *Euphorbia nicaeensis* pertenecen al grupo de los insectos voladores, probablemente dípteros de las familias Muscidae y/o Syrphidae.

Bibliografía

- Agosti, D.; Majer, J.; Alonso, E. y Schultz, T., eds. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Biological Diversity Handbook Series. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press, 2000.
- Armbrecht, I.; Jiménez, E.; Alvarez, G.; Ulloa-Chacón, P. y Armbrecht, H. An ant mosaic in the colombian rain forest of Chocó (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 2001. 37:491–509.
- Arnan, X.; Rodrigo, A. y Retana, J. Post-fire recovery of mediterranean ground ants communities follows vegetation and dryness gradients. *Journal of Biogeography*, 2006. 33:1246–1258.
- Beattie, A. J. *The evolutionary ecology of ant-plant associations*. Cambridge University Press, 1985.
- Blancafort, X. y Gómez, C. Consequences of the argentine ant, *Linepithema humile* (Mayr), invasion on pollination of *Euphorbia characias* (L.) (Euphorbiaceae). *Acta Oecologica*, 2005. 28:49–55.
- Blüthgen, N. y Stork, N. E. Ant mosaics in a tropical rainforest in Australia and elsewhere: A critical review. *Austral Ecology*, 2007. 32:93–104.
- Castroviejo, S. *Flora Ibérica: Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*, tomo VIII: Haloragaceae - Euphorbiaceae. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, 1997.
- Djieto-Lordon, C. y Dejean, A. Tropical arboreal ant mosaics: innate attraction and imprinting determine nest site selection in dominant ants. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1999. 45:219–225.
- Fleming, P. A.; Hofmeyr, S. D. y Nicolson, S. W. Role of insects in the pollination of *Acacia nigrescens* (Fabaceae). *South African Journal of Botany*, 2007. 73:49–55.

- Galen, C. y Butchart, B. Ants in your plants: effects of nectar-thieves on pollen fertility and seed-siring capacity in the alpine wildflower, *Polemonium viscosum*. *Oikos*, 2003. 101:521–528.
- Gómez, C.; Espadaler, X. y Bas, J. M. Ant behaviour and seed morphology: a missing link of myrmecochory. *Oecologia*, 2005. 146:244–246.
- Gómez, J. M. Effectiveness of ants as pollinators of *Lobularia maritima*: effects on main sequential fitness components of the host plant. *Oecologia*, 2000. 122:90–97.
- Hormigas Ibéricas. 2007. URL <http://hormigas.org>. Acceso en Mayo de 2007.
- Hölldobler, B. y Wilson, E. O. *Viaje a las hormigas: una historia de exploración científica*. Barcelona : Grijalbo Mondadori, 1996.
- Samman, N. A.; Martin, A. y Puech, S. Inflorescence architecture variability and its possible relationship to environment or age in a mediterranean species, *Euphorbia nicaeensis* All. (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2001. 136:99–105.
- Sugiura, N.; Miyazaki, S. y Nagaishi, S. A supplementary contribution of ants in the pollination of an orchid, *Epipactis thunbergii*, usually pollinated by hover flies. *Plant Systematics and Evolution*, 2006. 258:17–26.
- Sánchez, A. M.; Azcárate, F. M. y Peco, B. Effects of harvester ants on seed availability and dispersal of *Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata* in a mediterranean grassland-scrubland mosaic. *Plant Ecology*, 2006. 185:49–56.
- Traveset, A. y Sáez, E. Pollination of *Euphorbia dendroides* by lizards and insects: Spatio-temporal variation in patterns of flower visitation. *Oecologia*, 1997. 111:241–248.