

Patrón de actividad de *Tapinoma nigerrima* (Nylander) y *Crematogaster scutellaris* (Olivier) (Hymenoptera, Formicidae) en el cultivo de olivo y en el laboratorio (*)

Activity pattern of *Tapinoma nigerrima* (Nylander) and *Crematogaster scutellaris* (Olivier) (Hymenoptera, Formicidae) in an olive grove and the laboratory

I. REDOLFI (1), A. TINAUT (2), F. PASCUAL (2) & M. CAMPOS (1)

(1) Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Profesor Albareda, 1. 18008 Granada.

(2) Departamento de Biología Animal y Ecología, Universidad de Granada. Campus Universitario Fuentenueva. 18071 Granada.

Recibido el 12 de julio de 2002. Aceptado el 15 de octubre de 2002.

ISSN: 1130-4251 (2002-2003), vol. 13/14, 37-55

Palabras clave: Formicidae, olivar, *Tapinoma nigerrima*, *Crematogaster scutellaris*

Key word: Formicidae, olive orchard, *Tapinoma nigerrima*, *Crematogaster scutellaris*

RESUMEN

Las hormigas ocupan en los ecosistemas un lugar muy importante ya que intervienen en el ciclo de nutrientes, en el enriquecimiento de los suelos y en una gran diversidad de interacciones tróficas. En los últimos años se han intensificado las investigaciones del comportamiento de este grupo de insectos con fines aplicados como controladores biológicos de plagas o como bioindicadores. En el olivar existen dos especies dominantes, *Tapinoma nigerrima* (Nylander) y *Crematogaster scutellaris* (Olivier), por lo que el objetivo de este estudio es conocer su ciclo de actividad para determinar su importancia en este agroecosistema. Los trabajos se han llevado a cabo en un olivar de Granada (España) con manejo integrado, donde se determinó la distribución de los hormigueros y se observó la actividad en tres pistas de alimentación para cada especie, desde febrero a octubre. La presencia de *T. nigerrima* en el árbol parece estar relacionada con

(*) Este trabajo se ha realizado gracias a la subvención concedida por la Junta de Andalucía a los Grupos de Investigación y a la beca Mutis concedida por la AECl.

la presencia de maleza con pulgones bajo la copa del árbol y con inflorescencias en el árbol. Ambas especies tienen un ciclo de actividad bimodal, con el máximo en las horas de la mañana, tanto en el campo como en el laboratorio. Durante los meses de abril, mayo y junio, cuando tiene lugar la prefloración y floración del olivo, se observa la mayor actividad en ambas especies de formícidos.

SUMMARY

Ants play an important role in ecosystems since they are involved in nutrient cycles, soil enrichment and in a great diversity of trophic interactions. For the last years, applied research on the behaviour of this insect group as a biological pest control or as bioindicator has dramatically grown. In olive groves there are two dominant species, *Tapinoma nigerrima* (Nylander) and *Crematogaster scutellaris* (Olivier); thus, the goal of the present study has been to ascertain their activity pattern in this agroecosystem. Experimental work was carried out in a olive grove with integrated pest management located in the province of Granada (Spain) where distribution of nests was determined and the activity of the ants was observed in three foraging paths for each species from February to October. The presence of *T. nigerrima* in trees is related to the presence of vegetation with aphids under the canopy and with tree inflorescences. Both species show a bimodal circadian activity cycle, with a maximum during the morning, not only in the field but also in the laboratory. April, May and June, where pre-flowering and flowering occur, are the months for which both formicidae species exhibit their highest activity.

INTRODUCCIÓN

Las hormigas están distribuidas en todas las regiones zoogeográficas del mundo y son capaces de adaptarse a los más inhóspitos lugares, soportando desde las condiciones subárticas de la tundra a -40°C a los más calientes desiertos de 70°C (North, 1996). Los formícidos, se encuentran entre los organismos que dominan la tierra, con una biomasa del entorno del 10 al 15% del total de la biomasa animal en la mayoría de los ecosistemas (Hölldobler & Wilson, 1990). El lugar que ocupan en los ecosistemas es muy importante, interviniendo en el ciclo de nutrientes en la naturaleza, en el enriquecimiento de los suelos y en una gran diversidad de interacciones tróficas, tanto que se considera que el flujo de energía que pasa a través de ellas es superior al que pasa a través de los vertebrados endotérmicos que viven en el mismo hábitat (Adlung, 1966; Majer, 1972; Petal, 1978; Bernays & Cornelius, 1989; Detraint, 1990; Fiala *et al.*, 1994; Weseloh, 1996; Ho & Khoo, 1997; Peng *et al.*, 1997).

En los últimos años se han intensificado las investigaciones del comportamiento de estas especies para fines aplicados como controladores biológicos

de plagas (El Haidari, 1981; Paulson & Akre, 1992; Way & Khoo, 1992; Weseloh, 1993; Majer, 1994; Morris *et al.*, 1998b; Morris *et al.*, 2002), como bioindicadores (Weir, 1978; Majer, 1983; Andersen, 1990; Burbidge *et al.*, 1992; Rabistch, 1997) y como elementos importantes para definir el Índice de Biodiversidad Integral (Majer & Beeston, 1996).

La presencia de hormigas en las plantaciones de olivo no ha sido especialmente valorada y las referencias concretas al grupo son escasas, probablemente por ser menos comunes en hábitats que son arados, según lo menciona Pisarski (1978). El papel de las hormigas en el cultivo del olivar ha comenzado a ser tenido en cuenta a partir de los trabajos de Morris (1997), Morris *et al.* (1998a, b), Redolfi *et al.* (1999), Bento *et al.* (2001) y Pereira *et al.* (2002). En estos trabajos se mencionan entre las especies dominantes a *Tapinoma nigerrima* (Nylander) y *Crematogaster scutellaris* (Olivier) y se comprueba la existencia de una serie de interrelaciones entre este grupo de insectos y la entomofauna coexistente, entre las que se encuentran algunas especies plaga típicas de este cultivo que alimentan la posibilidad de que los Formicidae puedan desarrollar un papel fitosanitario, tal como ocurre en otros agroecosistemas (Way *et al.*, 1992; Way & Khoo, 1992; Weseloh, 1993; Majer, 1994; Perfecto & Vandermeer, 1994; Perfecto & Snelling, 1995; Weseloh, 1996; Ho & Khoo, 1997; Peng *et al.*, 1997).

Por ello, el estudio del ciclo de actividad que desarrollan estas dos especies es de importancia básica para trabajos posteriores sobre interacciones tróficas con especies de su entorno y con ello pretendemos contribuir a determinar su importancia en este agrosistema.

MATERIAL Y METODOS

Zona de estudio

La zona de estudio se encuentra a 20 km al norte de la ciudad de Granada (Andalucía) y se corresponde con un encinar más o menos sustituido por el cultivo del olivo. El olivar está situado en la finca "Cortijo Arenales de San Pedro" y abarca una extensión de 525 Ha con un total aproximado de 28 600 árboles. La variedad de olivo es la "Picual" o "Marteño", también denominada como "nevadillo" y "lopereño", que es la principal variedad distribuida en las zonas de Córdoba, Jaén y Granada. Es tolerante a la tuberculosis pero susceptible al repilo, verticilosis y al ataque de la polilla del olivo, *Prays oleae* Bern. También es tolerante a las heladas pero poco resistente a la sequía (Oliveros & Jordana, 1968; Barranco & Rallo, 1984).

Los olivos tienen una edad de 80 años y son de tres pies plantados a marco real con distancia entre pies de unos 10 metros y altura media de 3,5 metros. El arado de las zonas claras del olivar (calles), forma un cuadrado sin arar debajo de la copa de cada árbol, en cuya zona se desarrollan diversas especies herbáceas. Debido a esta práctica, se puede considerar que el olivar presenta un diseño muy característico en comparación con otros cultivos: los árboles en el centro de un cuadrado de unos 9 m² sin arar, separados entre sí por calles aradas de 7 m, prácticamente sin vegetación. El riego es por inundación y el laboreo de tipo tradicional. En 1997 se llevó a cabo una poda severa, mientras que en 1998 sólo un aclareo. No se realizaron tratamientos fitosanitarios. El suelo es franco arenoso (Barahona, com. pers.), con un porcentaje de grava del 43,97% bajo el árbol y del 34,49% en las calles. Los bancales, con escasa vegetación arbustiva están distribuidos entre las parcelas y en los límites del cultivo.

El clima de la zona se caracteriza fundamentalmente por inviernos fríos, así como por un largo período estivo-otoñal de elevadas temperaturas y muy seco. La pluviometría media anual es de unos 500 l, con reparto normalmente igualado, excepto de junio a agosto donde es muy escasa. La humedad relativa no presenta por lo general valores muy elevados, salvo en ciertas fechas muy determinadas. La climatología, típicamente continental, produce importantes variaciones térmicas y pluviométricas. Las heladas suelen presentarse de noviembre a marzo, ambos inclusive, aunque no es raro su presencia fuera de dicha época. Generalmente, las temperaturas máximas alcanzan sus valores más elevados (43°C-45°C) en julio-agosto, lo que, en principio puede constituir un factor de gran importancia en el condicionamiento del cultivo y de los fitófagos (Morris, 1997).

Datos climatológicos

Macroclima

Los datos climatológicos correspondientes han sido proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología, Centro Meteorológico Territorial de Andalucía Oriental en Málaga (Fig. 1).

Microclima

De acuerdo con la metodología de Majer (1982), Retana *et al.*, (1987, 1988, 1990), Cerdá & Retana (1988, 1989), Cerdá *et al.*, (1989a) y Ofer *et al.*,

(1996), en cada muestreo se registró la temperatura (°C) del aire a 1 m de altura, la del suelo a 1 cm y humedad relativa (% HR), en intervalos de 1 hora, bajo la copa del árbol (Tabla I). Se utilizó un termohigrómetro digital (Hanna Instruments, mod. 8564) y un termómetro de mercurio para suelo (Brand, mod. 18111).

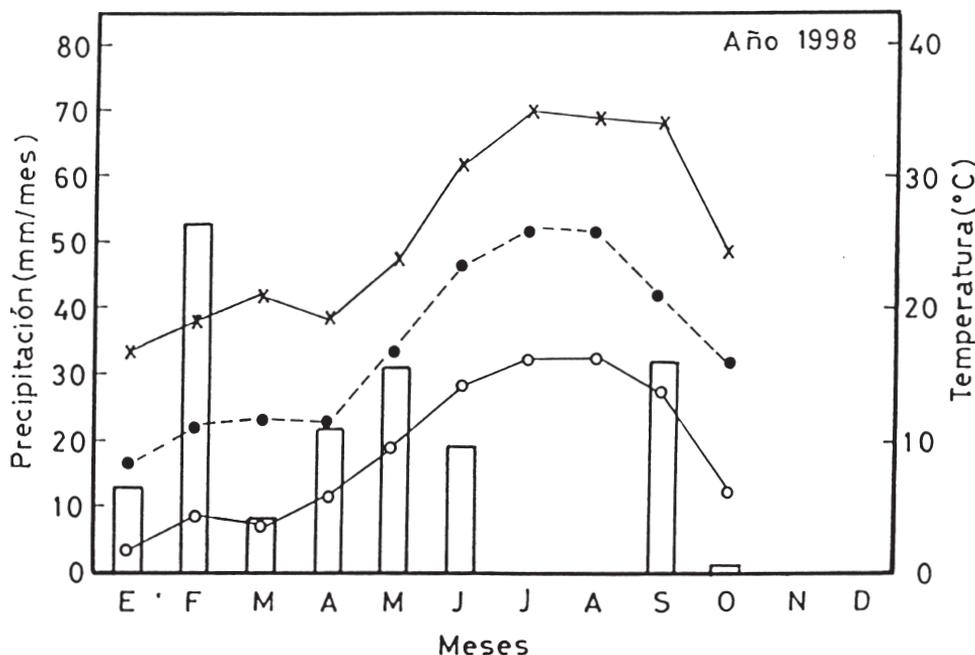


Fig. 1.—Temperatura (°C) [Máxima (x), Mínima (o) y Media (•)] y precipitación (mm/mes) de Granada durante 1998.

Fig. 1.—Temperature (°C) [Maximum (x), Minimum (o) and Average (•)] and precipitation (mm/month) at Granada during 1998.

Tabla I.—Temperatura (°C) y Humedad (%HR) bajo la copa de los árboles en el olivar de Arenales durante 1998.

Table I.—Temperature (°C) and Humidity (%HR) under tree canopies at the olive orchard at Arenales during 1998.

	Mayo			Julio			Septiembre		
	Mín.	Max.	Med.	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
°C Aire	14,8	29,6	23,7	19,4	37,2	27,4	21,9	27,6	24,2
°C Suelo	14,2	23,6	20,3	21,2	38,1	29,3	21,4	26,2	23,4
%HR	37,5	52,2	44,3	40,5	53,2	47,3	41,2	61,0	47,4

Distribución de los hormigueros

Se estudió la distribución de los hormigueros de estas dos especies en tres bloques de 20 árboles (cuatro hileras de cinco árboles), con una separación entre bloques de 30 m. En el caso de *C. scutellaris*, se tuvieron en consideración las observaciones de Villagrán *et al.* (1992), quienes indican que puede ser difícil determinar los nidos de *C. scutellaris*, ya sea porque han sido abandonados o bien porque se pueden encontrar hormigas sobre el tronco y que no aniden allí. Lo más aconsejable es contabilizar como hormiguero, aquellos troncos en que se observa un gran número de individuos movilizándose en él y entrando y saliendo por las cavidades del mismo. En cada uno de los 60 árboles se observó si el árbol había producido flores o no y la presencia de pulgones o no en la maleza bajo la copa del árbol, para tratar de establecer alguna relación con estos dos parámetros, puesto que estas dos especies tienen mucha afinidad por alimentos azucarados.

Ciclo de actividad de *T. nigerrima* y *C. scutellaris* en el campo

Se precisó la actividad por el tronco de las dos especies de hormigas mediante la observación de tres pistas para cada una de ellas, ubicadas en diferentes árboles. Utilizando un punto de referencia en la pista, se contabilizó el número de individuos que pasaban por ese punto, diferenciando entre las que lo hacían en sentido ascendente, de las que descendían. Estas medidas se tomaban durante 5 minutos cada hora, entre las 8:00 y 18:00 horas (MacNeil *et al.*, 1978; Majer, 1982; Retana *et al.*, 1986, 1990; Bosch *et al.*, 1987; Alsina *et al.*, 1988; Cerdá *et al.*, 1989, 1994, 1998; Cavia, 1989; Villagrán *et al.*, 1992; Cros *et al.*, 1997). En el caso de *C. scutellaris*, que presenta su nido en el tronco del árbol y al observarse que su desplazamiento se efectuaba a las ramas y copa del árbol, como también hacia el suelo, en donde las obreras recogen alimentos, se realizó un conteo doble en cada uno de los tres olivos. Esto es, las hormigas que suben y bajan del nido a la copa del árbol y las hormigas que bajan y suben del nido al suelo. También, se comprobó si las obreras de *T. nigerrima* que visitan el árbol, se desplazan simultáneamente a la búsqueda de otros alimentos en las malas hierbas bajo la copa del árbol.

A partir de julio, y cuando bajó la actividad diurna de *T. nigerrima*, se colocaron cuatro trampas de caída en el suelo junto al pie de cada olivo, entre las 18:00 y 8:00 horas, con la finalidad de detectar si se había producido un cambio del ritmo de actividad día-noche.

Las observaciones comenzaron en el mes de febrero para determinar el momento en que las obreras inician su actividad y una vez que se detectó el

establecimiento de las pistas de alimentación se aplicó la metodología mencionada cada quince días entre los meses de mayo-agosto y mensualmente en septiembre-octubre del año 1998.

Cría en el laboratorio de *T. nigerrima* y *C. scutellaris*

Se colectaron tres hormigueros de *T. nigerrima* y dos de *C. scutellaris* en el mes de Junio de 1998. Las colonias fueron llevadas al laboratorio en frascos de vidrio de 2,5 l de capacidad con una manga de malla de nailon como tapa. Los hormigueros de *T. nigerrima* fueron transportados con su propia porción de suelo, mientras que en el caso de *C. scutellaris* se utilizaron trozos de corteza del árbol.

Para su instalación y mantenimiento en el laboratorio (Figs. 2 A y 2 B) se tuvo en consideración las observaciones y materiales mencionados por otros autores (Finnegan, 1969, 1973; Brian, 1950; Detrain *et al.*, 1991; Detrain & Pasteels, 1991; Cerdá & Retana, 1992), así como las sugerencias de Czechowski & Pisarski (1992), quienes indican que la ecología y etología tan variable en las diferentes especies de hormigas hace imposible establecer una fórmula universal para un hormiguero artificial.

Cada uno de los cinco hormigueros constaba de una reina, 50-90 obreras y huevos, larvas y pupas. Las condiciones de temperatura ($27 \pm 2^\circ\text{C}$) y humedad relativa (60%) se mantuvieron constantes. Se utilizó como alimento miel líquida y larvas de *Ephestia kuehniella*. La cría de *E. kuehniella* se realizó según lo mencionan Redolfi & Campos (1998). Además, diariamente se colocaba en la cámara de forrajeo una rama recién cortada de olivo que presentaba cóccidos en diferentes estados de desarrollo. La cámara que contenía el hormiguero de *T. nigerrima* fue cubierta parcialmente con una cartulina negra para obtener un efecto de sombra (Markin, 1970) y ésta se conectó mediante una manguera de plástico al área de forrajeo.

La actividad de *T. nigerrima* y *C. scutellaris* se determinó mediante el recuento del número de individuos que se desplazaban a través de un punto determinado en la manguera de conexión de las cámaras (Detrain *et al.*, 1991; Detrain & Pasteels, 1991). El tiempo de observación fue de cinco minutos cada hora, entre las 7:00 y las 22:00 horas, durante cinco días contiguos.

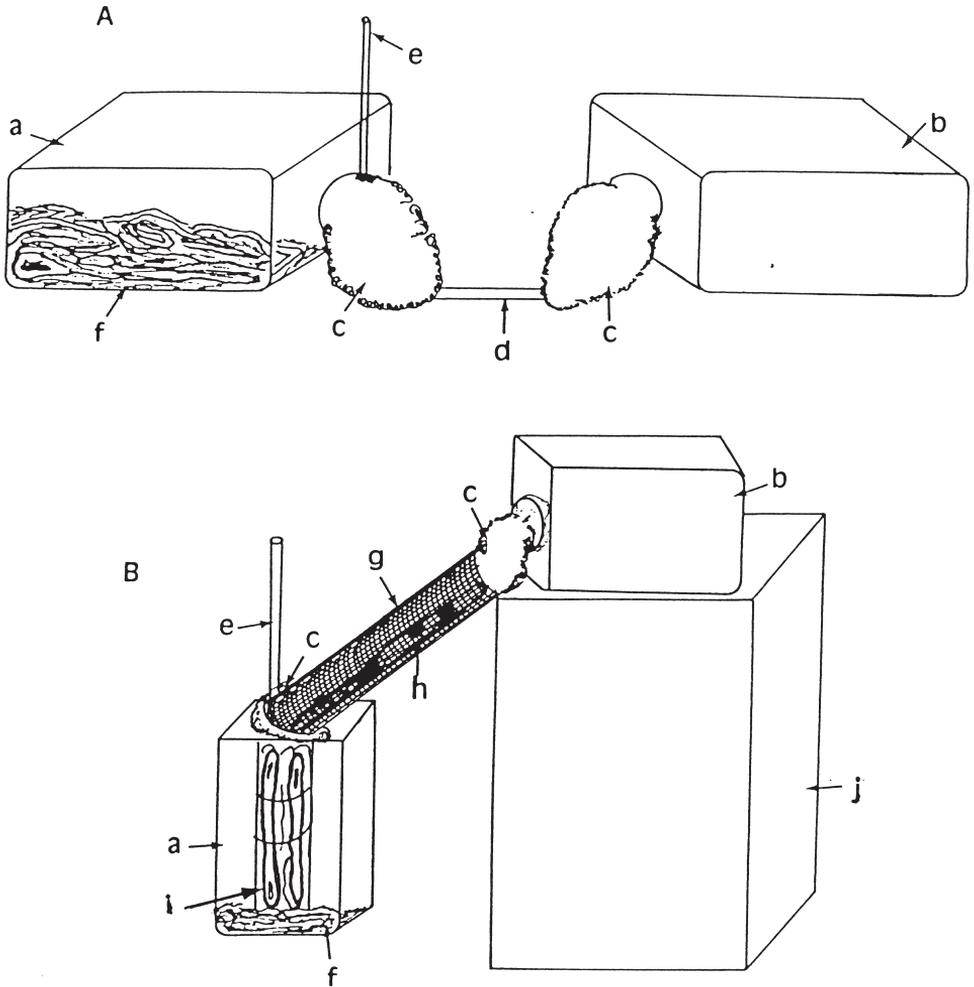


Fig. 2.—Hormigueros experimentales: A) Para la cría de *T. nigerrima*, B) Para la cría de *C. scutellaris*. a) Nido (frasco de vidrio, 2,5 l), b) Cámara de alimentación, c) Conexión mediante malla de nailon (28 x 19 cm), d) Tubo de conexión (18 x 1 cm), e) Micropipeta para el aprovisionamiento de agua, f) Tierra, g) Tubo de malla de alambre (21 x 9 cm), h) Corteza de árbol, i) Cilindro de cartón (18 x 3 cm) rodeado de trozos de corteza de árbol sostenidos por ligas, j) Soporte de cartón (37 x 10 x 10 cm).

Fig. 2.—Experimental ant-nets: A) For *T. nigerrima* rearings, B) For *C. scutellaris* rearings. a) Net (glass box, 2.5 l), b) Feeding chamber, c) Nylon connector (28 x 19 cm), d) Connection tube (18 x 1 cm), e) Micropipette for water provisioning, f) Dirt substrate, g) Mesh tube (21 x 9 cm), h) Tree bark, i) Tree bark pieces placed on a cardboard cylinder (18 x 3 cm), j) Cardboard box (37 x 10 x 10 cm) for support.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución de los hormigueros y pistas de *T. nigerrima* y *C. scutellaris*

La presencia de *T. nigerrima* en el árbol parece estar relacionada con la presencia de maleza con pulgones bajo la copa del árbol y con inflorescencias en el árbol (Fig. 3). Así, el 45% de los árboles ($n = 60$) tuvieron inflorescencias-pulgón, de los cuales, el 55,5% presentaron pistas en el tronco de *T. nigerrima*. En cambio, *C. scutellaris* permaneció en el árbol aunque éste no tuviera inflorescencias durante ese período, ni pulgones en la maleza bajo la copa. Las dos especies se presentaron con mayor abundancia y frecuencia en una zona (Fig. 3 A) con mayor número de árboles con inflorescencias y pulgones en la maleza bajo la copa del árbol ($n = 15$) que en zonas que presentaron un menor número de árboles con inflorescencias y pulgones en la maleza (Fig. 3 B, C).

Actividad en las pistas por el tronco del árbol

T. nigerrima inició su actividad en el olivar en el mes de febrero. En esta época, el número de obreras fue muy bajo y únicamente se pudo observar algunas deambulando solitarias tanto en el suelo, bajo la copa de los árboles, como en las calles. En el mes de abril ya se detectaron las pistas de recolección en el tronco del árbol, las cuales permanecieron hasta la primera semana del mes de julio. Las obreras tuvieron un ciclo de actividad unimodal entre las 8:00 y 18:00 horas en los meses de abril y mayo. En los meses de junio y julio, la actividad se interrumpió a las 17:00 h y 14:00 h respectivamente, acorde con las temperaturas más elevadas (Fig. 4). Estos resultados no concuerdan con los que menciona Morris (1997), quien indica que *T. nigerrima* tiene un ciclo bimodal en el mes de junio, en el olivar de Arenales. Cerdá *et al.*, (1989) mencionan un patrón unimodal en el mes de abril, el cual cambia a bimodal en el mes de julio, con la máxima actividad entre las 17 y 21 horas.

La mayor actividad de las obreras en el árbol fue en las horas de la mañana, a diferencia de lo que se menciona para esta especie en otros hábitats (Cerdá *et al.*, 1989). Sin embargo, el microhábitat especial que brinda la copa de los olivos de más de 20 años, y el recurso abundante pero esporádico, constituido por la floración breve del olivo y el complejo de artrópodos que la acompañan, podrían ser la causa de estas diferencias mencionadas con respecto a otros hábitats.

Los máximos de actividad correspondientes a los meses de abril y mayo coincidieron con la prefloración y floración del olivo, con la presencia de los

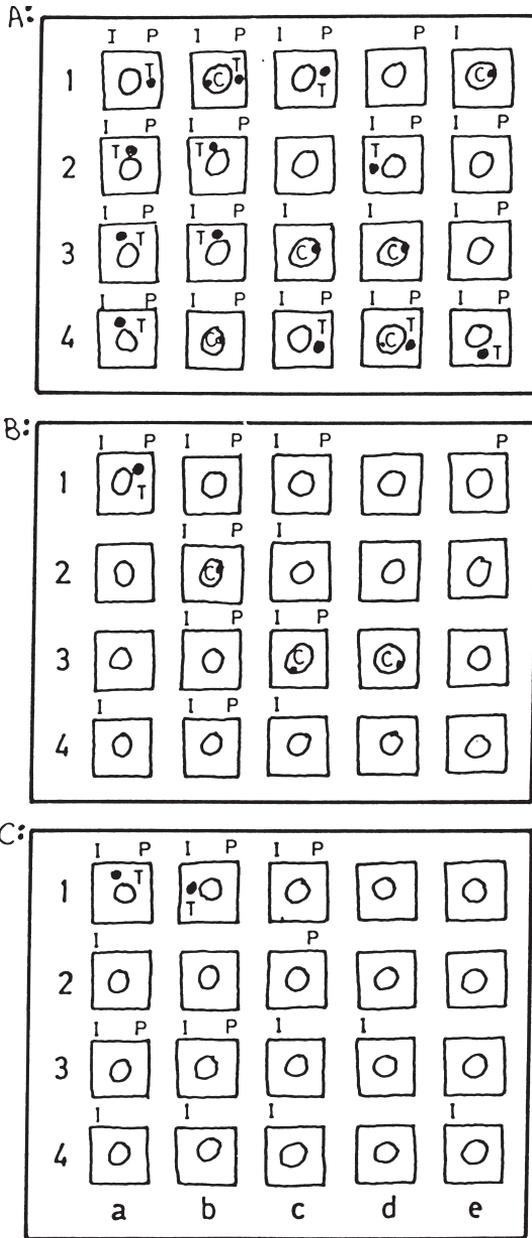


Fig. 3.—A, B, C: Distribución de los nidos de *T. nigerrima* (T) y *C. scutellaris* (C) en el olivar de Arenales, 1998. I: inflorescencias, P: pulgones. □ : área bajo la copa del árbol, ○ : tronco del árbol.

Fig. 3.—A, B, C: Distribution of the nests of *T. nigerrima* (T) and *C. scutellaris* (C) at the olive orchard at Arenales (1998). I: inflorescences, P: aphids, □ : area under tree canopies, ○ : tree trunk.

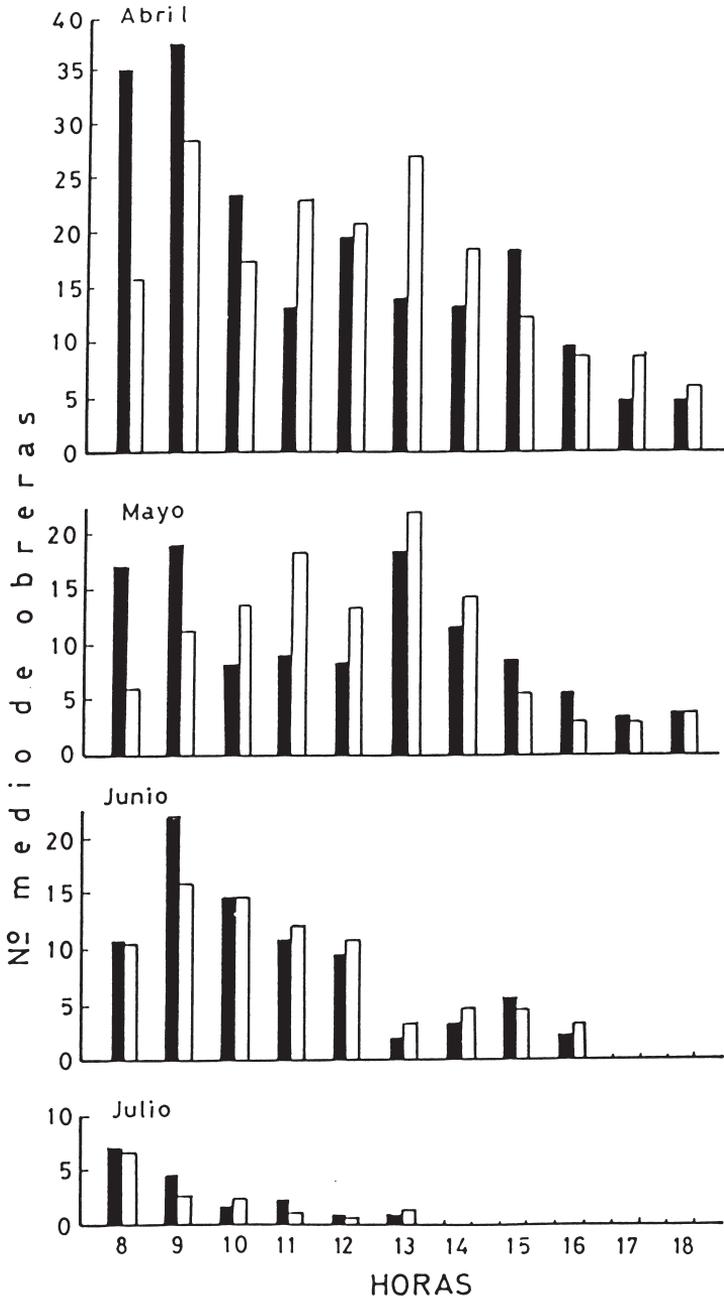


Figura 4.— Patrón de actividad diaria de obreras de *T. nigerrima* que suben a (en negro) y bajan de (en blanco) la copa del árbol en la zona de estudio.

Figure 4.— Daily activity pattern of *T. nigerrima* workers climbing to (black bars) and descending from (white bars) the tree canopy at the study site.

diferentes estados de desarrollo del final de la generación filófaga y toda la generación antófaga de *Prays oleae* y la mayor diversidad de la artropodofauna en la copa del árbol durante la campaña.

Las trampas de caída, colocadas durante la noche en el mes de julio-agosto, no capturaron ninguna obrera de esta especie, lo cual indicaría que no se produjo un cambio en la actividad diaria de este formícido, tal como puede ocurrir en otros hábitats (Cerdá & Retana, 1988; Cerdá *et al.*, 1989). Sin embargo, se observó una gran cantidad de obreras de *T. nigerrima* en malezas, especialmente cardos con Aphididae entre los meses de julio a septiembre, en los bancales ubicados en los límites del cortijo de Arenales. Además del forrajeo que realiza en el árbol, esta especie se encontró de manera muy abundante en las malas hierbas que presentaron pulgones bajo la copa del árbol. En este caso, la actividad no disminuyó a las 18:00 hs, incluso, una vez finalizado el período de toma de datos estipulado en Materiales y Métodos, ésta continuó. Así mismo, en dos ocasiones se observó a las obreras forrajear en plantas de cardo (*Cynara* sp.) (50 cm de altura) con colonias de pulgones (Aphididae sp.), ubicadas en las calles. Así, esta especie se mantuvo activa de forma continua durante el día, aún a elevadas temperaturas (38°C), lo que puede deberse a que si el recurso es importante para *T. nigerrima*, el ritmo de actividad puede variar. Igualmente, Cerdá *et al.* (1989) indican que las obreras de esta especie son mucho más constantes cuando atienden a colonias de áfidos y pueden ser observadas las 24 horas del día desde abril y durante los meses del verano en plantaciones de pino. Pero estos autores explican la actividad continua de las obreras a causa del microclima particular de las ramas más bajas de los pinos, que reciben menos radiación solar y no sufren las fluctuaciones de temperatura que ocurren en el suelo.

Crematogaster scutellaris inició su actividad en el mes de marzo con obreras solitarias en el tronco. En abril se presentaron las pistas, que permanecieron hasta agosto. A partir de septiembre, la actividad se redujo considerablemente, desapareciendo en octubre. Esta especie, con sus nidos en el tronco del árbol, puede presentar dos tipos de pistas de forrajeo: una que se dirige a la copa del árbol y la otra al suelo. La mayor actividad se observó en los meses de abril, mayo y junio en las pistas hacia la copa del árbol (Fig. 5). Las pistas que comunican el nido con el suelo mostraron un mayor número de obreras en los meses de abril y mayo, desapareciendo prácticamente en los meses de junio y julio (Fig. 6). La mayor actividad diaria se observó entre las 9:00 y 16:00 h, un poco desfasada con respecto a la de *T. nigerrima*. Como muestra de la capacidad termorreguladora de esta especie pudimos apreciar que una de las pistas de *C. scutellaris*, ubicada en una rama principal en posición casi horizontal, se trasladó a la parte sombreada de la rama durante las horas de mayor insolación.

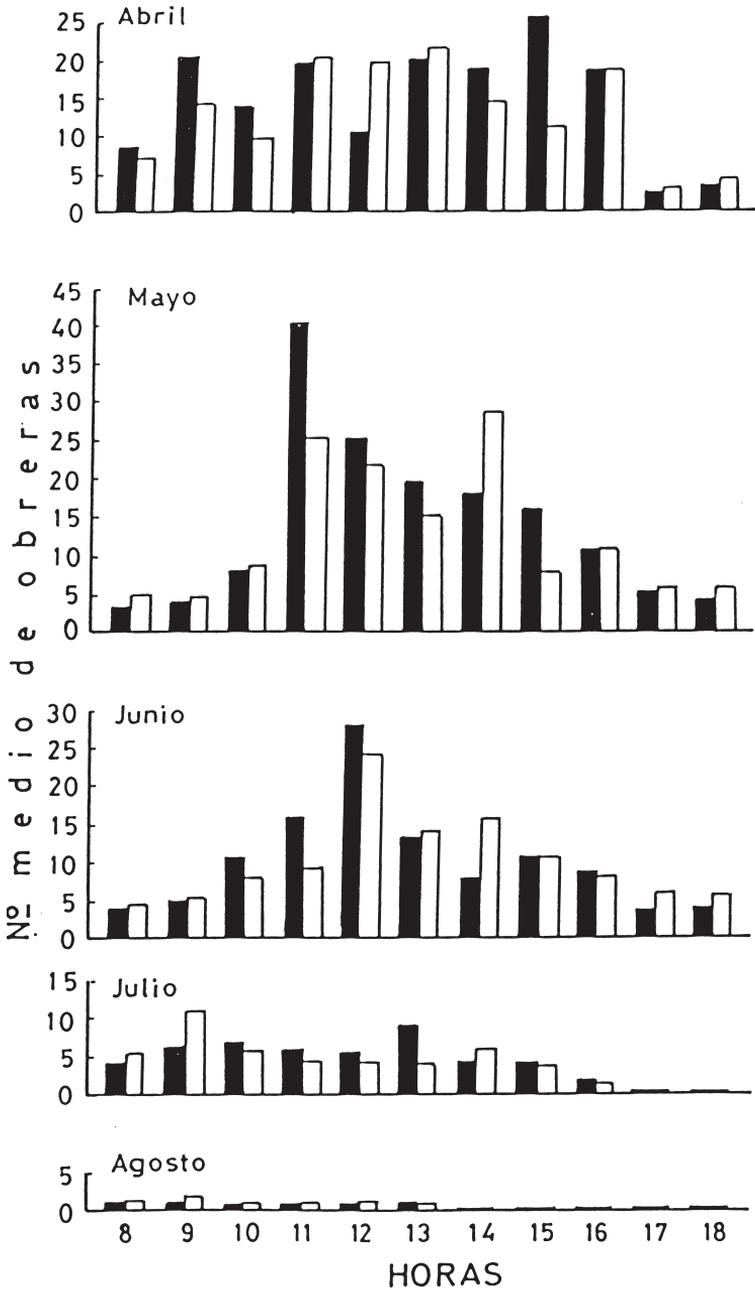


Figura 5.— Patrón de actividad diaria de obreras de *C. scutellaris* que suben a (en negro) y bajan de (en blanco) la copa del árbol en la zona de estudio.

Figure 5.— Daily activity pattern of *C. scutellaris* workers climbing to (black bars) and descending from (white bars) the tree canopy at the study site.

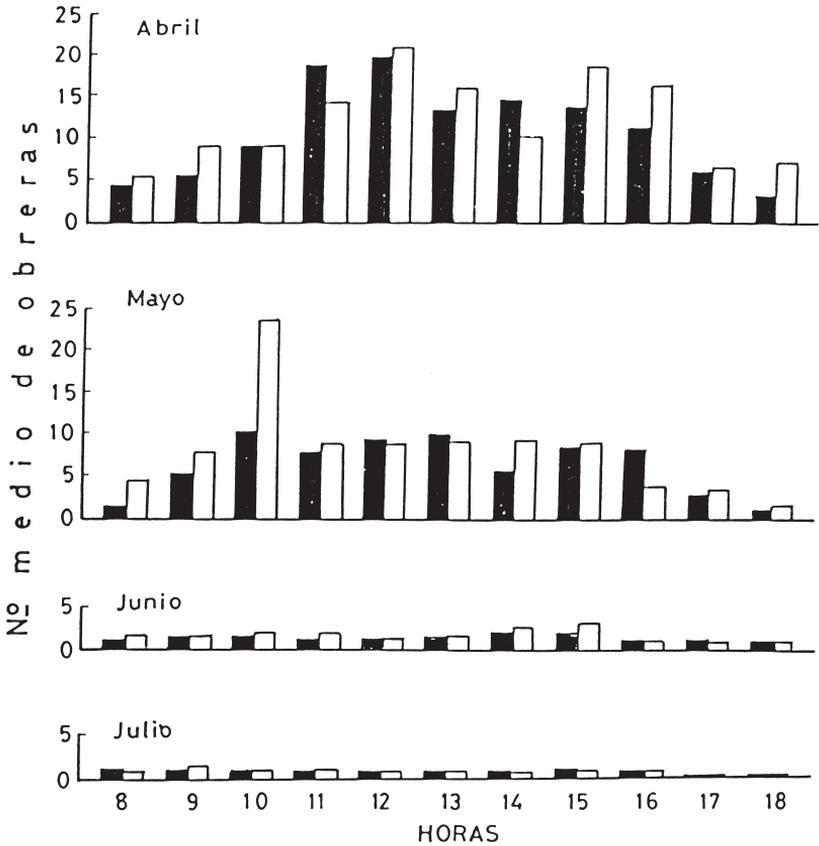


Figura 6.— Patrón de actividad diaria de obreras de *C. scutellaris* que bajan al (en negro) y suben del (en blanco) suelo en la zona de estudio.

Figure 6.— Daily activity pattern of *C. scutellaris* workers descending to (black bars) and climbing from (white bars) the ground at the study site.

Las pistas de las dos especies se observaron en el tronco y ramas principales. Estas pistas desaparecen al pasar a las ramas secundarias, por lo que la actividad de las obreras en brotes y hojas se realiza de forma individual. Así, la geometría del árbol reproduce lo que ocurriría en una pista convencional en el suelo, es decir, al final de la pista las obreras se dispersan explorando individualmente el recurso (Acosta *et al.*, 1985). En la copa del árbol, el comportamiento de ambas especies es muy diferente, ya que *T. nigerrima* es mucho más activa que *C. scutellaris*. Las pistas de ambas especies se pueden presentar en dos pies diferentes del mismo árbol ($n = 2$). Así, las

obreras comparten la copa, pero generalmente en diferentes orientaciones. *Tapinoma nigerrima* mostró preferencia por la orientación Noreste de la copa, mientras que *C. scutellaris* por la orientación Norte.

Actividad en el laboratorio

La actividad de *T. nigerrima* fue mayor en las primeras horas de la mañana (7:00-8:00 h) y decreció hasta el final del período de observación (22:00 h) (Fig. 7). El flujo de obreras a través de la manguera de conexión entre las cámaras fue muy lento ($n = 1-7$ obreras/5 minutos), en cambio, en la cámara de alimentación, la movilidad fue muy alta recorriendo rápidamente las paredes de la misma y las ramas de olivo.

Creमतogaster scutellaris presentó una actividad menor en las primeras horas de la mañana (7:00-9:00 h), para luego aumentar hasta las 16:00 h y descender posteriormente en horas de la noche (Fig. 7). Al igual que *T. nigerrima*, la movilidad de esta especie fue elevada en la cámara de alimentación, mientras que en la conexión entre las cámaras se observaron entre 1-6 obreras/5 minutos, en donde las obreras se detenían con frecuencia para intercambiar alimentos por trofolaxia.

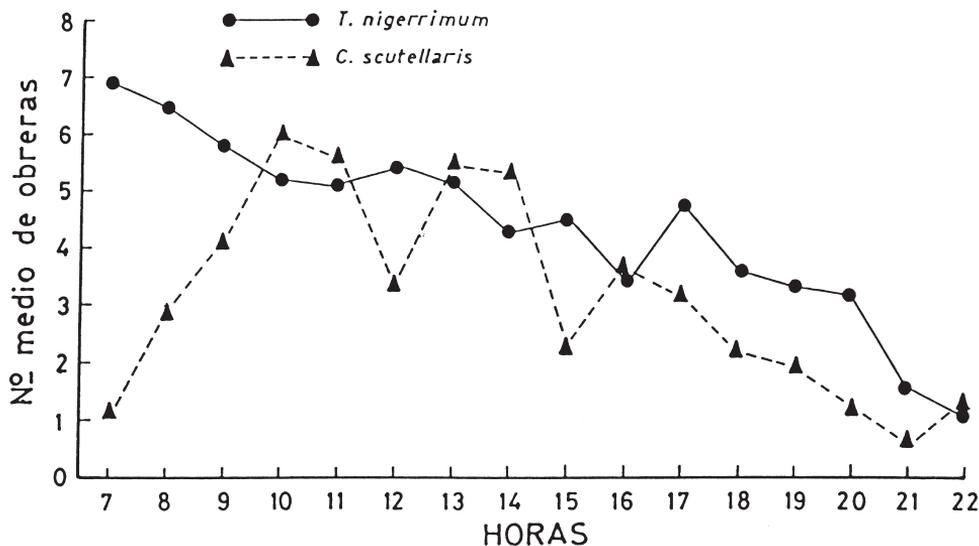


Figura 7.— Patrón de actividad diaria de obreras de *T. nigerrima* y *C. scutellaris* en laboratorio.

Figure 7.— Daily activity pattern of *T. nigerrima* and *C. scutellaris* workers in the laboratory.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, F. J., FERRADAS, M. A. & MARTIN, J. V. 1985. La competencia intraespecífica como causa de estabilidad en las rutas preferenciales de *Messor capitatus* (Latreille) (Hym. Formicidae). *Studia Oecológica*, 6: 267-278.
- ADLUNG, K. G. 1966. A critical evaluation of the european research on use of red wood ants (*Formica rufa* group) for the protection of forests against harmful insects. *Dpto. Agricultural Research Service*, París. 57: 167-189.
- ALSINA, A., CERDÁ, X., RETANA, J. & BOSCH, J. 1988. Foraging ecology of the aphid-tending ant *Camponotus cruentatus* (Hymenoptera, Formicidae) in a savanna-like grassland. *Misc. Zool.*, 12: 195-204.
- ANDERSEN, A. N. 1990. The use of ant communities to evaluate change: in Australian terrestrial ecosystem review and a recipe. *Proc. Ecol. Soc. Aust.* 16: 3-57.
- BARRANCO, D. & RALLO, L. 1984. *Las variedades de olivo cultivadas en Andalucía*. Junta de Andalucía, Madrid. 387 pp.
- BENTO, A., PEREIRA, J. A., SOUSA, D., CAMPOS, M. & TORRES, L. 2001. Interações entre formigas (Hymenoptera: Formicidae) e fitófagos da oliveira de Terra Quente Transmontana (Nordeste de Portugal). *Act. Congr. Entomol. Appl.*, 102-102.
- BERNAYS, E. A. & CORNELIUS, M. L. 1989. Generalist caterpillar prey are more palatable than specialists for the generalist predator *Iridomyrmex humilis*. *Oecologia*. 79: 427-430.
- BOSCH, J., ALSINA, A., CERDÁ, X. & RETANA, J. 1987. Incidence du cycle biologique et de la disponibilité des ressources alimentaires sur le regime trophique dune fourmi. *Vie Milieu*, 37 (3/4): 237-242.
- BRIAN, M. V. 1950. Ant culture for laboratory experiments. *Ent. Monthly Mag.*, 87: 134-136.
- BURBIDGE, A. H., LEICESTER, K., MCDAVITT, S. & MAJER, J. D. 1992. Ants as indicators of disturbance at Yanchep National Park, Western Australia. *J. Roy. Soc. West. Aus.*, 75:89-95.
- CAVIA, V. 1989. Régimen alimenticio de la hormiga *Formica subrufa* (Hymenoptera: Formicidae). *Ses. Entomol. ICHN-SCL*. VI: 97-107.
- CERDÁ, X. & RETANA, J. 1988. Descripción de la comunidad de hormigas de un prado sabanoide en Canet de Mar (Barcelona). *Ecologia*, (2): 333-341.
- (1988) 1989. Influencia de los factores ambientales sobre la actividad diaria de recolección de la hormiga *Cataglyphis iberica* (Em.) (Hym.: Formicidae). *Anales de Biología*. 15 (Biología Animal, 4): 75-82.
- 1992. A behavioural study of transporter workers in *Cataglyphis iberica* ant colonies (Hymenoptera, Formicidae). *Ethol. Ecol. Evol.*, 4: 359-374.
- CERDÁ, X., RETANA, J., BOSCH, J. & ALSINA, A. 1989a. Daily foraging activity and food collection of the thermophilic ant *Cataglyphis cursor* (Hym. Formicidae). *Vie Milieu*, 39: 207-212.
- 1989b. Exploitation of food resources by the ant *Tapinoma nigerrimum* (Hym., Formicidae). *Acta Oecologica*, 10 (4): 419-429.
- CERDÁ, X., RETANA, J. & CROS, S. 1998. Critical thermal limits in Mediterranean ant species: trade-off between mortality risk and foraging performance. *Functional Ecology*, 12 (1) : 45-55.
- CERDÁ, X., RETANA, J. & HARO, A. DE. 1994. Social carrying between nests in polycalid colonies of the monogynous ant *Cataglyphis iberica* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 23 (3): 215-231.
- CROS, S., CERDÁ, X. & RETANA, J. 1997. Spatial and temporal variations in the activity patterns of Mediterranean ant communities. *Ecoscience*, 4 (3): 269-278.

- CZECHOWSKY, W. & PISARSKI, B. 1992. Laboratory methods for rearing ants (Hymenoptera, Formicoidea). *Memorabilia Zoologica*, 45: 1-32
- DETRAIN, C. 1990. Field study on foraging by the polymorphic ant species, *Pheidole pallidula*. *Ins. Soc.*, 37(4): 315-332.
- DETRAIN, C., DENEUBOURG, J. L., GOSS, S. & QUINET, Y. 1991. Dynamics of collective exploration in the ant *Pheidole pallidula*. *Psyche.*, 98: 21-31.
- DETRAIN, C. & PASTEELS, J. M. 1991. Caste differences in behavioral thresholds as a basis for polyethism during food recruitment in the ant *Pheidole pallidula* (Nyl.) (Hymenoptera: Myrmicinae). *J. Insect. Behav.*, 4: 157-176.
- EL HAIDARI, H. S. 1981. The use of predator ants for the control of date palm insect pests in the Yemen Arab republic. *Date Palm J.*, 1(1): 129-132.
- FIALA, B., GRUNSKY, H., MASCHWITZ, U. & LINSENMAIR, K. E. 1994. Diversity of ant-plant interactions: protective efficacy in Macaranga species with different degrees of ant association. *Oecologia*, 97: 186-192.
- FINNEGAN, R. J. 1969. Assessing predation by ants on insects. *Ins. Soc.* 16 (1) : 61-65.
- 1973. Diurnal foraging activity of *Formica sublucida*, *F. sanguinea subnuda*, and *F. fossiceps* (Hymenoptera: Formicidae) in Quebec. *Can. Ent.* 105: 441-444.
- HO, C. T. & KHOO, K. C. 1997. Partners in biological control of cocoa pests: Mutualism between *Dolichoderus thoracicus* (Hymenoptera: Formicidae) and *Cataenococcus hispidus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Bull. Ent. Res.*, 87: 461-470.
- HOLLODBLER, B. & WILSON, E. O. 1990. *The ants*. Belknap Press of Harvard University, Cambridge, Massachusetts. 732 pp.
- MAJER, J. D. 1972. The ant mosaic in Ghana cocoa farms. *Bull. Ent. Res.*, 62: 151-160.
- 1982. The foraging activity of some West African cacao farm ants. *Revista Theobroma*, 12 (3): 155-162.
- 1983. Ants: Bio-Indicators of Minesite Rehabilitation, Land-Use, and Land Conservation. *Env. Manag.*, 7(4): 375-383.
- 1994a. Introduction of ants as potential biological control agents, with particular reference to cocoa. *Harvest.*, 16(1, 2): 1-4.
- 1994b. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotropica*, 26 (1): 73-83.
- MAJER, J. D. & BEESTON, G. 1996. The Biodiversity Integrity Index: An Illustration Using ants in Western Australia. *Cons. Biol.*, 10(1): 65-73.
- MARKIN, G. P. 1970. Food distribution within laboratory colonies of the argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Ins. Soc.*, 17 (2): 127-158.
- MCCNEIL, J. N., DELISE, J. & FINNEGAN, R. J. 1978. Seasonal predatory activity of the introduced red wood ant, *Formica lugubris* (Hymenoptera: Formicidae) at Valcartier, Quebec, In 1976. *Can. Ent.*, 110: 85-90.
- MORRIS, T. I. 1997. *Interrelaciones entre olivos, plagas y depredadores*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España. 260 pp.
- MORRIS, T. I., CAMPOS, M., JERVIS, M. A., MCEWEN, P. K. & KIDD, N. A. C. 1998a. Potential effects of various ant species on green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuropt., Chrysopidae) egg numbers. *J. Appl. Ent.*, 122: 401-403.
- MORRIS, T. I., SYMONDSON, W. O. C., KIDD, N. A. C., JERVIS, M. A. & CAMPOS, M. 1998b. Are ants significant predator of the olive moth, *Prays oleae*? *Crop Protection*, 17(4): 365-366.
- MORRIS, T. I., SYMONDSON, W. O. C., KIDD, N. A. C. & CAMPOS, M. 2002. The effect of different ant species on the olive moth, *Prays oleae* (Bern.), in Spanish olive orchard. *J. Appl. Entomol.*, 126:1-6.
- NORTH, R. 1996. *Ants*. World Wildlife Series. London. 128 pp.

- OFER, Y., HARRIS, Y., BEILES, A. & NEVO, E. 1996. Biodiversity of ants at "Evolution canyon", Nahal Oren, MT. Carmel, Israel. *Israel Journal of Entomology*, 30: 115-119.
- OLIVEROS, M. T. & JORDANA, J. 1968. *La agricultura en tiempos de los Reyes Católicos*. INIA. Madrid. 299 pp.
- PAULSON, G. S. & AKRE, R. D. 1992. Evaluating the effectiveness of ants as biological control agents of pear *Psylla* (Homoptera: Psyllidae). *J. Econ. Ent.*, 81(1): 70-73.
- PENG, R. K., CHRISTIAN, K. & GIBB, K. 1997. Distribution of the green ant, *Oecophylla smaragdina* (F.) (Hymenoptera: Formicidae), in relation to native vegetation and the insect pests in cashew plantations in Australia. *International Journal of Pest Management*, 43(3): 203-211.
- PEREIRA, J. A., BENTO, A., SOUSA, D., CAMPOS, M. & TORRES, L. 2002. Estudo preliminar sobre as formigas (Hymenoptera: Formicidae) associadas ao olival da Terra Quente Transmontana (Nordeste de Portugal). *Bol. San. Veg. Plagas*, 28: en prensa.
- PERFECTO, I. & SNELLING, R. 1995. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: ants in coffee plantations. *Ecol. Appl.*, 5(4): 1084-1097.
- PERFECTO, I. & VANDERMEER, J. 1994. Understanding biodiversity loss in agroecosystems: Reduction of ant diversity resulting from transformation of the coffee ecosystem in Costa Rica. *Entomol.*, 2: 7-13.
- PETAL, J. 1978. The role of the ants in ecosystems. En: BRIAN, M. V. (Editor). *Production ecology of ants and termites*: 245-292. International Biological Programme, N° 13. Cambridge University Press. Cambridge.
- PISARSKI, B. 1978. Comparison of various biomes. En: BRIAN, M. V. (Editor). *Production ecology of ants and termite*: 326-331. International Biological Programme, N° 13. Cambridge University Press. Cambridge.
- RABITSCH, W. B. 1997. Tissue-specific accumulation patterns of Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, and Mn in workers of three ant species (Formicidae, Hymenoptera) from a metal-polluted site. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 32: 172-177.
- REDOLFI, I. & CAMPOS, M. 1998. Cría de *Elasmus steffani* Vigg. Parasitoide de *Prays oleae* Bern. (Lepidoptera, Plutellidae), en un huésped de sustitución. *Revista de Ciências Agrárias*, 12 (28): 217-223.
- REDOLFI, I., TINAUT, A., PASCUAL, F. & CAMPOS, M. 1999. Qualitative aspects of myrmecocenosis (Hym., Formicidae) in olive orchard with different agricultural management in Spain. *J. Appl. Entomol.*, 123, 621-627.
- RETANA, J., BOSCH, A., ALASINA, A. & CERDÁ, X. 1987. Foraging ecology of the nectarivorous ant *Camponotus foreli* (Hymenoptera, Formicidae) in a savanna-like grassland. *Misc. Zool.*, 11: 187-193.
- RETANA, J., CERDÁ, X., ALASINA, A. & BOSCH, J. 1986. Importancia del alimento sólido y del alimento líquido en el régimen trófico de la hormiga *Cataglyphis cursor* (Formicidae). *Ses. Entom. ICHN-SCL*. 4: 136-146.
- 1988. Field observations of the ant *Camponotus sylvaticus* (Hym: Formicidae) diet and activity patterns. *Acta Oecologica*, 9(1): 101-109.
- RETANA, J., CERDÁ, X., BOSCH, J. & ALSINA, A. 1990. Comparación de varios métodos de estudio de ritmos de actividad recolectora en hormigas (Hymenoptera: Formicidae). *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 58: 65-72.
- RETANA, J., CERDÁ, X., CAVIA, V., ARNAL, J. & COMPANY, D. 1989. La comunidad de hormigas (Hym. Formicidae) del Boalar de Jaca (Jaca, Huesca). *Lucas Mallada*, 1: 133-150.
- VILLAGRAN, M., SORIA, F. J. & OCETE, M. E. 1992. Estudio de la composición de la dieta alimentaria de *Crematogaster scutellaris* Oliv. (Hymenoptera, Formicidae) en alcornoques

- del SW español. Actas do V Congreso Iberico de Entomol suplemento N° 3. *Boln. Soc. port. Ent.*, 1: 121-278.
- WAY, M. J., CAMMELL, M. E. & PAIVA, M. R. 1992. Studies on egg predation by ants (Hymenoptera: Formicidae) specially on the eucalyptus borer *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae) in Portugal. *Bol. Ent. Res.*, 82: 425-432.
- WAY, M. J. & KHOO, K. C. 1992. Role of ant in pest management. *Ann. Rev. Entomol.*, 37: 479-503.
- WEIR, J. S. 1978. The ant, *Iridomyrmex*, as a biological indicator of pesticide contamination. Report to N. S. W. State Pollution Control Commission (unpublished). 32 pp.
- WESELOH, R. M. 1993. Manipulation of Forest Ant (Hymenoptera: Formicidae) abundance and resulting impact on Gypsy Moth (Lepidoptera: Lymantriidae) populations. *Env. Ent.*, 22(3): 587-594.
- 1996. Effect of supplemental foods on foraging behavior of forest ants in Connecticut. *Env. Ent.*, 25(4): 848-853.