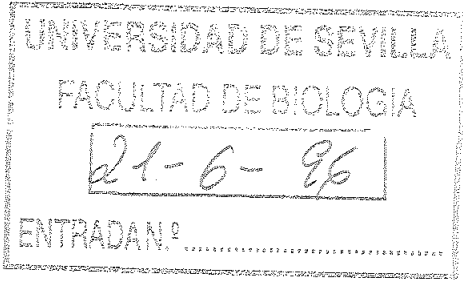


R.13933

TD  
287

UNIVERSIDAD DE SEVILLA. FACULTAD DE BIOLOGÍA.  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA VEGETAL Y ECOLOGÍA.



# ORIGEN FLORAL DE CARGAS DE POLEN RECOGIDAS POR *APIS MELLIFERA* L. EN HINOJOS (HUELVA)

Trabajo presentado por  
Mónica García García, para  
aspirar al grado de Licenciada  
en Biología, en la Universidad  
de Sevilla

Sevilla, Junio de 1996

Directores: Dr. P. L. Ortiz Ballesteros Dra. M. J. Díez Dapena



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE BIOLOGIA

BIBLIOTECA

Doy mi autorización a la Biblioteca de esta Facultad para que mi Tesis Doctoral ORIGEN FLORAL DE CARGAS DE PLEN REQUERIDAS POR ADIS HELIPERA L. EN VINOS DE (JUEVA) sea consultada, según la modalidad/es indicadas:

- Consulta en depósito.

~~Préstamo interbibliotecario.~~

~~Reproducción parcial.~~

~~Reproducción total.~~

- Tipo de Usuarios. Todos

~~Otros términos.~~

Firmado:

Rocío García García

Sevilla, a 16 de OCTUBRE de 1998

*A mi familia*

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera expresar mi agradecimiento más profundo a los directores de mi tesina, Pepa y Pedro, por haberme permitido aprender de ellos, dándome la oportunidad de conocer el espíritu científico y la disciplina en el trabajo. El que fueran "mis jefes" no estuvo por encima de poder conocerlos y tenerlos como amigos, compartiendo muy buenos ratos. Sobre todo a Pepa, cuya amistad y afecto han hecho de esta tesina algo especial.

A Benito Vadés, que desinteresadamente a hecho posible la impresión de éste manuscrito.

A Charo, compañera y amiga insustituible, con la que he compartido desde hace tantos años ilusiones, éxitos, fracasos y "miles de historias"; que siempre ha estado cuando la he necesitado regalándome su ayuda y su tiempo.

A Emma "mi vecina de enfrente" que ha compartido conmigo muchos viajes y días de trabajo, apoyándome como compañera y amiga. A "mis niños", Fran y Marco, ambos con su ingenio picarón me han hecho reír muchas jornadas de trabajo. Fran "mi maestro informático" nunca tuvo un no por respuesta a la hora de sacarme de los apuros en que me ponía el ordenador y enseñarme todo lo que sé; Marco siempre estuvo solícito a correr el riesgo de que alguna vez su ordenador y su aductor perecieran en el intento. Existe un lugar en el departamento donde

donde siempre da gusto entrar, el laboratorio 9, allí tengo a Rocío, que con su experiencia me ha demostrado que al final todo merece la pena; a Mariu, compañera de los buenos ratos contaminando el departamento; a Raquel, la palabra "perlin" dice todo lo que significa para mí; a Bego, una nota de espontaneidad y a Alfonso, con sus mejores debates sobre mujeres. A los que comparto conmigo el "polen norte", Jose Antonio, Anass, María de los Angeles y sobre todo a Inma "mi profe de Botánica" y a los que lo visitan frecuentemente como Julio y Lola, que han hecho de éste, un lugar más caluroso. A Aixà con la que he pasado los mejores ratos hablando sobre "la tesis". A Montse, que siempre tuve como aliada frente a Pedro. A los que ahora no están aquí y fueron muy importantes, Fernando y Tita.

A todos mis amigos entrañables, que fuera del departamento han conseguido que olvide mis preocupaciones, dándome toda la fuerza que me hacía falta, y sobre todo, valorando siempre mi trabajo.

Sobre todo, nada de esto podría haber surgido sin la colaboración, apoyo y cariño de mis padres, que siempre me han motivado y animado a seguir adelante, por lo que especialmente es ellos a los que les dedico este trabajo.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	9
2. ÁREA DE ESTUDIO.....	17
2. 1. Localización y tamaño de la parcela.....	19
2. 2. Características del medio físico.....	23
2. 3. Descripción de la vegetación.....	24
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	29
3. 1. Obtención de las muestras en las colmenas.....	31
3. 2. Examen de las muestras.....	32
3. 3. Elaboración de preparaciones microscópicas fosilizadas .....	33
3. 4. Elaboración de preparaciones para el microscopio electrónico de barrido.....	36
3. 5. Identificación de los tipos polínicos .....	37
3. 6. Diversidad del polen recogido .....	37
4. RESULTADOS .....	39
4. 1. Muestreo de Marzo .....	42
4. 1. 1. Patrón diario general de recogida de polen.....	42
4. 1. 2. Recursos polínicos utilizados .....	45
4. 1. 3. Color de las cargas recogidas .....	56
4. 1. 4. Variación diaria de la diversidad del polen recogido.....	57

4. 1. 5. Modelo diario de recogida de polen de cada tipo en cada colmena .....	58
4. 1. 6. Modelo diario global de recogida de polen de cada tipo .....	71
4. 1. 7. Variación diaria de la importancia relativa de cada fuente de polen.....	75
4. 1. 8. Evolución diaria del peso de una carga.....	79
4. 2. Muestreo de Abril .....	85
4. 2. 1. Patrón diario general de recogida de polen.....	85
4. 2. 2. Recursos polínicos utilizados .....	86
4. 2. 3. Color de las cargas recogidas .....	96
4. 2. 4. Variación diaria de la diversidad del polen recogido.....	100
4. 2. 5. Modelo diario de recogida de polen de cada tipo en cada colmena .....	107
4. 2. 6. Modelo diario global de recogida de polen de cada tipo .....	113
4. 2. 7. Variación diaria de la importancia relativa de cada fuente de polen.....	114
4. 2. 8. Evolución diaria del peso de una carga.....	120
5. DISCUSIÓN .....	127
6. CONCLUSIONES .....	149
7. BIBLIOGRAFÍA.....	155
8. APÉNDICE .....	167



# 1. INTRODUCCIÓN



La abeja melífera europea (*Apis mellifera* L.) recoge y almacena dos sustancias diferentes para su alimentación: jugos azucarados y polen. En nuestra región, y en general en las zonas templadas, los jugos azucarados recogidos son principalmente el néctar de las flores y el mielato (Maurizio, 1979), constituyendo la fuente de azúcar de toda la colonia. El polen es recogido directamente de los estambres y proporciona las proteínas, los lípidos y otras sustancias esenciales, siendo especialmente importante en la alimentación de la cría. En contrapartida, las abejas en muchos casos realizan la polinización en las flores de las que se proveen de alimento.

En la recogida del polen, las abejas embadurnan más o menos su cuerpo, de donde lo retiran con los cepillos de pelos duros de las patas delanteras —que recogen el depositado en la cabeza, los ojos y las partes bucales— e intermedias —que limpian el tórax—. Este polen pasa posteriormente a las patas traseras, primero a los cepillos de los tarsos traseros, y de ahí a los "cestillos del polen" o corbículas

hasta formar sendas bolitas o "cargas de polen" (Casteel, 1912; Dadant, 1975; Hodges, 1984), que son de color, forma y textura diferentes según la especie de procedencia (Hodges, l.c.).

En la formación de las cargas de polen, las abejas humedecen el polen que recogen de la flor para aumentar su viscosidad (Casteel, 1912). Cuando la planta no tiene néctar las abejas utilizan una mezcla de saliva y miel, por lo que deben salir de la colmena con el estómago de la miel parcialmente lleno (Hodges, 1984). De acuerdo con este autor, cuando la planta tiene néctar las abejas pueden humedecer el polen con una mezcla de saliva y miel, saliva y néctar o los tres, por lo que si sólo utilizan saliva y néctar pueden salir con el estómago de la miel completamente vacío. De vuelta a la colmena las abejas depositan sus cargas en una celdilla, donde serán compactadas con otras cargas formando lo que se conoce como "pan de abejas" (Gary, 1975).

La cantidad de polen que las abejas recolectan y almacenan en los panales depende del estado de la colonia, aumentando en proporción directa a la cantidad de cría o pollo no operculado (Jean-Prost, 1985). En cualquier caso, las abejas acumulan en su colmena más cantidad de polen del que necesita la colonia, por lo que el apicultor puede aprovechar una parte del mismo (Jean-Prost, l.c.). Para ello coloca un dispositivo denominado "trampilla cazapolen" a la entrada de la colmena, lo que obliga a las abejas que regresan a pasar a través de una rejilla vertical con orificios pequeños. De esta forma, las cargas se desprenden de las

corbículas depositándose en un recipiente situado debajo (Jean-Prost, l.c.). El polen así recogido, una vez limpio, seco y envasado, se comercializa.

El estudio del polen recogido en las trampillas cazapolen se puede abordar bajo distintos enfoques que proporcionan una información diversa y valiosa. En unos casos se trata de estudiar la dieta polínica de las abejas y las relaciones de éstas con la flora de una zona concreta. En otros se busca conocer los patrones de recogida de los distintos recursos polínicos durante un periodo concreto. Otras veces interesa la información sobre el comportamiento pecoreador de *Apis mellifera*. Finalmente, el trabajo puede centrarse en conocer qué polen se produce en una región determinada, o en sus características físico-químicas.

Actualmente España es uno de los principales países productores de polen en Europa; sin embargo, ni en nuestro país ni en la CE existe una legislación técnico-sanitaria específica para este producto, aplicándosele la general de los alimentos dietéticos (Comisión de las Comunidades Europeas, 1994). No obstante, existe un proyecto de normativa elaborado por el Ministerio de Comercio español, que propone definiciones de los tipos de polen y dicta normas de calidad y de comercio exterior (Florensa, 1991).

En este sentido, si se pretende proteger y promocionar este producto, tanto en el mercado interno como en el externo, son especialmente interesantes los estudios que ponen de manifiesto la composición y propiedades del polen producido en diferentes áreas, así como su potencial productivo. Esto sin embargo

no resta interés a los estudios de cargas de polen con otros enfoques, comentados anteriormente.

Diversos autores han realizado estudios con "cargas de polen" en alguno de los aspectos señalados. Acerca de los factores que influyen en la recolección de cargas por *Apis mellifera* destacan los trabajos de Butler (1945), Synge (1947), Louveaux (1958a, 1958b, 1959), Free (1963, 1967), Free y Williams (1974), McLellan (1974, 1976, 1978) y Johansen y Mayer (1987) entre otros. También son numerosos los estudios sobre la coloración de las cargas (Percival, 1947; Stanley y Linskens, 1974; Hodges, 1984; etc). Otros autores centraron parte de sus estudios en la composición y frecuencia de las cargas mixtas (Percival, 1947; Free, 1963; Davis, 1991; etc). En otros trabajos se pone de manifiesto el origen floral de las cargas de polen y la utilización por parte de las abejas de la flora disponible en una zona determinada (Synge, 1947; Percival, 1950; Louveaux, 1958a, 1958b, 1959; Chaturvedi, 1973; etc). De los estudios acerca de los ritmos diarios de recolección y los factores que los determinan destacan Synge (l.c.), Percival (1947, 1955), Free (l.c.) y Weber El-Ghobary (1984) entre otros.

En España, los estudios apícolas se centran mayoritariamente en la caracterización botánica y química de la miel. Los trabajos referentes al polen apícola son más escasos, abordando sobre todo la composición y propiedades físico-químicas del polen comercializado (González Benavente, 1984; Gómez Ferreras, 1986; Serra Bonvehí, 1988; Serra Bonvehí y Gonell Galindo, 1986; etc). Por otra parte se han elaborado trabajos sobre las características físico-químicas

del polen (González Benavente, 1984; Pérez García y col., 1987; Hidalgo Berutich y Bootello, 1990). Menos frecuentes son los trabajos referidos a los ciclos diarios de recogida de polen (Hidalgo Berutich y col., 1990; Ortiz y Polo, 1992). En los últimos años se ha incrementado el número de trabajos sobre la flora apícola de regiones concretas, con el fin de determinar sus potenciales productivos (Gómez Ferreras y Ortiz Valbuena, 1984, 1986; González López, 1986; Ortega Sada, 1986; Talavera y col., 1988; Ortiz, 1991; 1994, Hidalgo Berutich, 1993; Montero, 1995; etc).

El presente trabajo pretende acercarnos al conocimiento del patrón diario de recogida de polen por *Apis mellifera* en Hinojos (Huelva) durante la primavera, época de mayor actividad para la colonia en este área. Para ello se han elegido dos fechas, una en el mes de marzo y otra en el mes de abril de 1987, completándose con los resultados ya publicados para el mes de mayo del año anterior (Ortiz y Polo, 1992).





## **2. ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio había sido elegida para la realización de un trabajo previo, la Tesis Doctoral "Melitopalínología en Andalucía Occidental" (Ortiz, 1991). En dicha elección se había valorado principalmente la diversidad de la vegetación y la relativa proximidad a Sevilla. Asimismo las colmenas utilizadas en el presente estudio habían sido instaladas en 1985 para el trabajo anterior. Se trataba de unidades tipo Langstroth cuyo enclave se había elegido teniendo en cuenta que fuese accesible en coche, que hubiese agua próxima y que la vegetación circundante fuese variada y rica en especies de interés apícola.

## 2. 1. LOCALIZACIÓN Y TAMAÑO DE LA PARCELA

La parcela elegida se encuentra situada en la Comarca del Condado (Huelva), concretamente en los Montes de Propios de Hinojos, entre los términos municipales de Hinojos y Almonte ( $37^{\circ} 15' - 37^{\circ} 20' N$  y  $6^{\circ} 22' - 6^{\circ} 30' W$ ;

Cartografía Militar de España, Mapa general serie L. E. 1:50.000, hoja 11-41). Las colmenas estuvieron instaladas en la margen derecha del Arroyo de la Mayor en un lugar denominado "Pasá la Zorra", a unos 700 m de la casa forestal "El Membrillo" (Figura 1).

La distancia que recorre *Apis mellifera* en busca de alimento depende de diversos factores como las condiciones atmosféricas y la oferta floral existente, siendo por tanto muy variable (Eckert, 1933; Ribbands, 1951; Louveaux, 1959; Visscher y Seeley, 1982). Los límites de la parcela se establecieron en función de la distancia que recorrían las abejas pecoreadoras en busca de las fuentes de alimento, de acuerdo con observaciones realizadas previamente en este mismo colmenar (Ortiz, 1991). En periodo de máxima floración las abejas no solían alejarse más de 1 Km de las colmenas; sin embargo, en invierno e inicio de la primavera, éstas se desplazaban hasta los campos de cultivos más próximos, donde se encontraban especies arvenses como *Diplotaxis virgata*<sup>\*</sup>, *Raphanus raphanistrum*, *Calendula arvensis*, etc. Estas zonas de cultivos se encuentran situadas a 2 Km del colmenar en dirección SW, SE y NE. Por consiguiente, la parcela se definió como el área comprendida en el círculo de 2 Km de radio que tiene como centro el colmenar, teniendo por tanto una superficie de aproximadamente 1.256 Ha (Figura 1).

---

<sup>\*</sup> Los autores de las especies vegetales que aparecen en el texto se encuentran en el Apéndice 1.



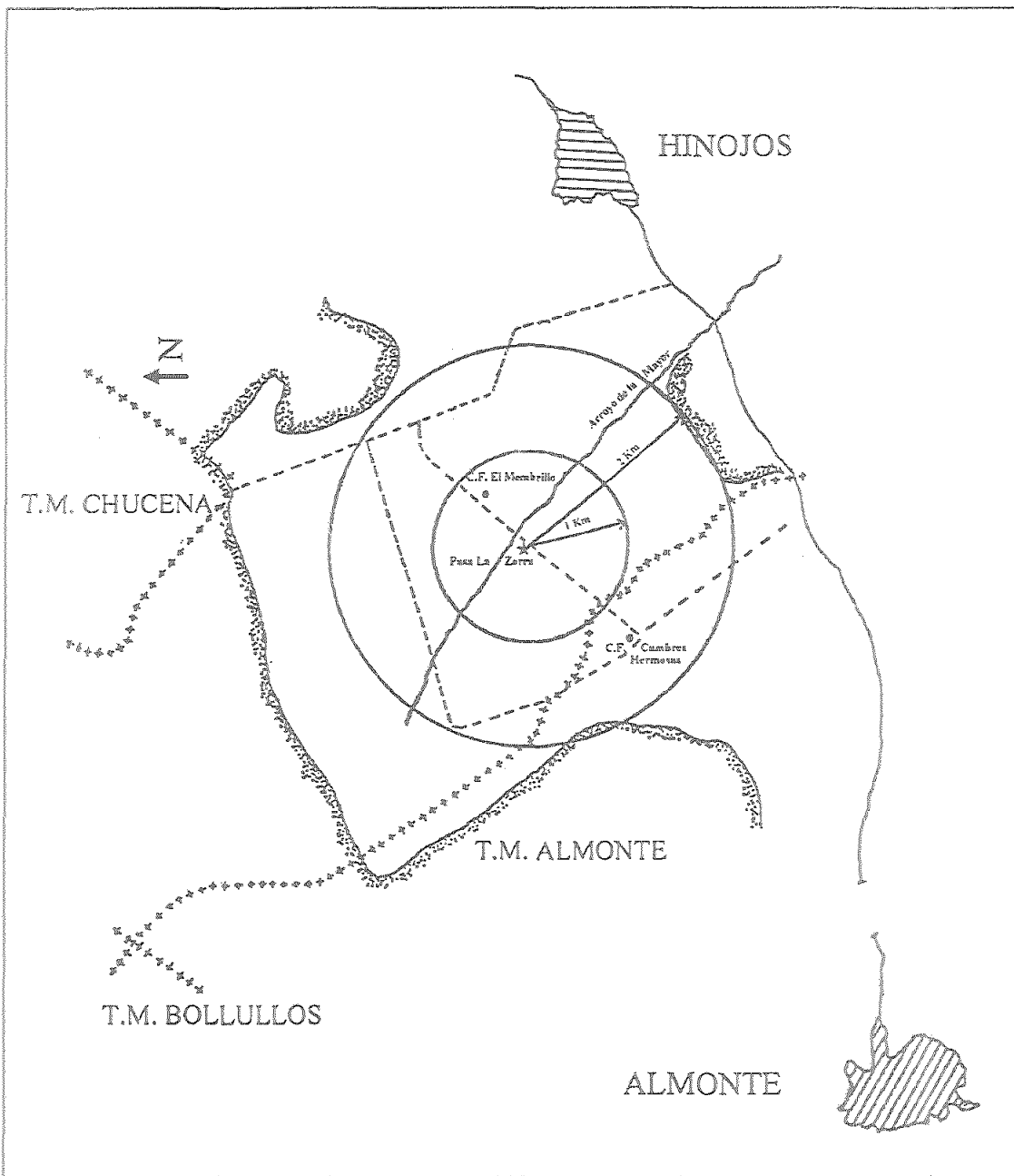


Figura 1. Esquema de la zona de estudio y su localización. El área de estudio está delimitada por una circunferencia de 2 Km de radio y centro en el asentamiento de las colmenas, representado por una estrella. La línea que va de Hinojos a Almonte representa la carretera que une ambas localidades. Las líneas discontinuas señalan las pistas forestales y las líneas con cruces los límites de términos municipales. Las líneas continuas acompañadas de punteaduras señalan los límites entre zonas cultivadas y no, estando los cultivos del lado de la línea que está el punteado.

## 2. 2. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO

La Comarca del Condado se corresponde con una penillanura situada entre los ríos Tinto y Guadiamar. La parcela elegida en la zona está situada a una altitud que oscila entre los 80 y 120 m y se encuentra atravesada por el Arroyo de la Mayor en dirección NW - SE. En la margen derecha del arroyo se localiza una franja de terrenos margosos de 30 m de anchura hacia el NW y 300 m en el SE; en el borde del cuadrante SW se localizan arenas litorales fósiles; en el resto de la parcela, que es la mayor parte, se encuentran formaciones de arenas gruesas y gravas, junto con conglomerados y algunas facies de arcilla (I. G. M. E., 1972).

La zona de estudio se encuentra climáticamente en la Región Mediterránea, caracterizándose por un estío con alta evapotranspiración potencial y escasísima precipitación.

Los datos meteorológicos de la zona se han tomado de las estaciones pluviométricas de "Medina Garvey" (Pilas) y "La Calera" (Hinojos) y las termopluviométricas de "Los Cabezudos" y "La Cañada" (Almonte). Estas estaciones se encuentran en un radio de 22 Km en torno al centro de la parcela. En la Tabla 1 se reflejan los valores de temperaturas medias y precipitaciones mensuales desde Enero de 1986 a Junio de 1987.

La situación atmosférica en las dos fechas de muestreo fue de cielo despejado y ambiente soleado, muy idónea para el desarrollo de la actividad recolectora de *Apis mellifera* (Díez, Ortiz y Polo, comunicación personal).

### 2.3. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN

La diversidad de materiales y la hidrografía superficial y subterránea dan mosaicos de tipos de suelos que originan en la parcela de estudio una notable diversificación de las comunidades vegetales.

La vegetación autóctona de la zona se mantuvo intacta en el territorio estudiado hasta finales del siglo XV. En el siglo XVI se introdujeron los primeros pinos, y esta tendencia a la repoblación forestal a base de pinos piñoneros (*Pinus pinea*) ha perdurado hasta la actualidad (Ortiz, 1991). Como consecuencia se ha modificado el paisaje tradicional dominado por alcornoques (*Quercus suber*) en las áreas acidófilas y en las de suelos frescos, y encinas (*Quercus rotundifolia*) en los suelos margosos más secos y pobres, y las comunidades ligadas a estas especies (véase Asensi y Díez, 1987). Estas formaciones han sido sustituidas por un inmenso pinar, denso en algunas áreas, y más claro y mezclado con el alcornocal y encinar en otras. Los pinares densos tienen un monte muy ralo y pobre, mientras que el pinar-alcornocal, pinar-encinar y, sobre todo, el alcornocal-pinar y encinar-pinar tienen un monte denso y rico florísticamente.

En la banda margosa prosperan coscojares (*Quercus coccifera*) y romerales (*Rosmarinus officinalis*), estando además bien representadas *Phlomis purpurea*, *Cistus albidus*, *Anthyllis cytisoides*, *Teucrium capitatum* y *Teucrium fruticans* entre otras especies. En las arenas fósiles se encuentran *Stauracanthus genistoides*, *Thymus mastichina*, *Halimium commutatum*, *Halimium halimifolium*, *Helichrysum picardii*, *Lavandula stoechas*, *Armeria vetulina*, etc, así como algunos arrayanes

AÑOS	MESES	TM	tm	T	P
1986	Enero	16,0	2,5	9,2	40,2
	Febrero	16,0	5,9	11,0	93,4
	Marzo	19,9	5,7	12,8	63,4
	Abril	18,9	6,2	12,6	81,7
	Mayo	27,9	11,7	19,8	11,3
	Junio	28,4	13,6	21,0	0,5
	Julio	34,1	14,1	24,1	0
	Agosto	32,9	11,3	22,1	0
	Septiembre	30,1	14,2	22,2	10,6
	Octubre	25,8	11,1	18,4	72,5
	Noviembre	20,5	3,8	12,2	92,8
	Diciembre	16,8	1,9	9,4	32,8
1987	Enero	15,4	2,7	9,0	163,0
	Febrero	17,4	4,9	11,2	109,2
	Marzo	22,9	6,0	14,4	17,1
	Abril	24,6	10,1	17,4	65,8
	Mayo	27,6	13,6	18,8	0
	Junio	32,6	17,1	23,1	0,2

Tabla 1. Temperaturas medias y precipitaciones mensuales desde Enero de 1986 a Junio de 1987. TM: temperatura media de las máximas; tm: temperatura media de las mínimas; T: temperatura media mensual; P: precipitación mensual. Datos de temperatura de la estación de La Cañada y datos de precipitación mediatizados de las estaciones de Medina Garvey, La Calera y Los Cabezudos.

(*Myrtus communis*) y lentiscos (*Pistacia lentiscus*). En líneas generales los matorrales del resto de la parcela están constituidos por los llamados "monte blanco" en las áreas elevadas y "monte negro" en las zonas deprimidas. El monte blanco está formado preferentemente por *Halimium halimifolium*, junto a *Cistus libanotis*, *Cistus ladanifer*, *Retama sphaerocarpa*, *Phillyrea angustifolia*, *Genista hirsuta*, etc. En el monte negro predomina *Cistus salvifolius*, mezclado con *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Crataegus monogyna*, *Erica scoparia*, etc.

La vegetación de las márgenes del arroyo es básicamente una alameda-sauceda, formada por *Populus alba*, *P. nigra*, *Salix atrocinerea* y puntualmente *Salix alba* y *Tamarix gallica*. A todo lo largo del cauce es abundante *Rubus ulmifolius*, a veces mezclado con *Rosa micrantha* y *Crataegus monogyna*.

El herbazal, originado sobre antiguas rozas, está bien representado en la zona margosa y juega un papel importante en la diversidad de la cubierta vegetal de la zona. Sobre estos terrenos desprovistos de arbolado y matorral prosperan comunidades herbáceas importantes, dominadas principalmente por *Anchusa azurea*, *Hypericum perforatum*, *Pulicaria paludosa*, *Campanula erinus*, *Iberis crenata* y *Omphalodes linifolia*. Junto a estas especies conviven otras mucho menos abundantes como *Rapistrum rugosum*, *Diploaxis virgata*, *Onopordum nervosum*, *Brachypodium distachyon*, *Aristolochia pistolochia*, *Sanguisorba hybrida*, etc. En áreas recién plantadas de pinos prosperan comunidades herbáceas de *Echium plantagineum*, *Rumex bucephalophorus*, *Chamaemelum mixtum*, *Linaria viscosa*, *Spergula arvensis*, etc.

Finalmente una nueva política de reforestación con eucaliptos, que nació a finales del siglo XIX, también ha afectado, aunque en menor medida que la del pino, a la zona de estudio. Con frecuencia se plantaron eucaliptos a los lados de los caminos y rayas, y en pequeñas áreas de pinar o alcornocal arrasadas por algún fuego.



### 3. MATERIAL Y MÉTODOS



### 3. 1. OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS EN LAS COLMENAS

Se utilizaron dos colmenas (1 y 2) de las citadas anteriormente. Antes de iniciar el muestreo se examinó, cuadro por cuadro, el estado de sus cámaras de cría y sus reservas de miel y polen, comprobándose que era satisfactorio en ambas colmenas. Durante el periodo de muestreo, tanto la colmena 1 como la 2 estuvieron constituidas por un cuerpo y un alza.

A ambas colmenas se les colocaron trampillas cazapolen, las cuales se mantuvieron fijas durante un día completo en dos fechas distintas: 6 de Marzo y 11 de Abril de 1987. Las trampillas cazapolen se colocaron al atardecer del día anterior al de muestreo, siendo este momento el más idóneo, al encontrarse la mayoría de las abejas en el interior de la colmena. El desarrollo normal de las colonias no se alteró significativamente con las trampillas cazapolen, ya que éstas estuvieron colocadas un periodo de tiempo corto (Free, 1963; McLellan, 1974).



El polen acumulado en las bandejas de las trampillas se retiró cuatro veces a lo largo de cada día de muestreo. En Marzo se tomaron muestras a las 10:00, 13:00, 16:00 y 18:30 hora solar (H.S.) y en Abril a las 9:30, 13:00, 16:00 y 19:00 H.S.

De esta forma se recogieron 16 muestras, las cuales se deshidrataron en una cámara de secado por corriente de aire caliente a 40–45°C (Jean-Prost, 1985). Las muestras desecadas se pesaron en una balanza electrónica marca ADN modelo ER-182A, y seguidamente se guardaron en botes herméticos que se conservaron en una cámara frigorífica a 4°C hasta el momento de ser estudiadas.

### 3. 2. EXAMEN DE LAS MUESTRAS

El contenido de cada muestra se extendió sobre una cartulina de color negro, con el fin de separar las cargas en grupos lo más homogéneos posible. Para ello se consideró el color, la forma y la textura de dichas cargas (Louveaux, 1958a). Cada una de las submuestras obtenidas se pesó y a continuación se contó el número de cargas que contenía.

Para verificar la homogeneidad de las submuestras se cortaron trozos de cargas y se examinaron uno por uno al microscopio (Louveaux, l.c.). Más del 90% de las submuestras resultaron totalmente homogéneas, y en las restantes se corrigió matemáticamente el número de cargas y el peso. El número de cargas examinadas en cada submuestra estuvo en función del número de cargas que contuviera. Así, para submuestras con más de 100 cargas se examinó el 5%, para submuestras con

5-100 cargas se examinaron 5, y en caso de contener menos de 5 cargas se examinaron todas. Cada trozo de carga cortado se colocó sobre un portaobjeto, al que se añadieron una o dos gotas de agua destilada y, con ayuda de una aguja enmangada, se dispersó el polen; una vez colocado el cubreobjeto se observó al microscopio óptico. En cada preparación se realizó un barrido en el que se observaron 200 granos de polen, calculándose posteriormente el porcentaje de cada tipo polínico encontrado. De este modo, se comprobó además el carácter monofloral o multifloral de estas cargas.

### 3.3. ELABORACIÓN DE PREPARACIONES MICROSCÓPICAS FOSILIZADAS

Para llevar a cabo una identificación más precisa de los tipos polínicos se elaboraron preparaciones microscópicas fosilizadas de los distintos tipos de cargas. Para ello se siguió un proceso que incluye el método acetolítico de Erdtman (1960), con algunas modificaciones que se indican a continuación en la descripción del proceso. La acetolisis elimina el citoplasma y la íntina, a la vez que colorea la exina; ésta es la cubierta más externa de la pared polínica, y la que proporciona los caracteres necesarios para la identificación del polen.

En el proceso de elaboración de estas preparaciones microscópicas se suceden los siguientes pasos:

1. El material -una carga completa, o un fragmento de la misma, según su tamaño- se introduce en un tubo de centrífuga, al que se le añaden 6 cc de ácido

acético glacial. Pasadas 12-24 horas, necesarias para el reblandecimiento del material, se presiona con una varilla de vidrio para disgregar la carga y se agita para dispersar el polen.

2. Posteriormente el material se centrifuga a 2500 r.p.m. durante 10 minutos y se decanta. La velocidad y el tiempo de centrifugación es común a todo el proceso (salvo el tiempo en el paso 6).

3. Al sedimento obtenido se le añaden 5 cc de mezcla acetolítica: 9 partes de anhídrido acético y 1 parte de ácido sulfúrico concentrado. Los tubos se introducen en un baño maría y se lleva el agua hasta la ebullición; a partir de entonces se mantienen en el baño durante 5 minutos, a la vez que se agita su contenido con una varilla de vidrio. Este tiempo de aplicación de alta temperatura ocasiona alteraciones mínimas en el tamaño del grano de polen y proporciona una buena coloración de la exina (Reitsma, 1969). Tras esta operación se observa una coloración marrón en el líquido de los tubos. Se sacan los tubos del baño maría y se dejan enfriar, se centrifugan y se decantan.

4. A continuación se añaden 5 cc de ácido acético glacial para eliminar los restos de triacetatos de celulosa, no hidrosolubles, procedentes de la reacción de la mezcla acetolítica con la íntina; se agita, se centrifuga y se decanta.

5. Se realizan dos lavados consecutivos con agua destilada (Hideux, 1972), cada uno seguido de agitación, centrifugación y decantación.

6. Seguidamente se añaden 5 cc de glicerina al 50% en agua y se agita. Se deja reposar durante al menos 10 minutos para que los granos de polen se

embeban, tras lo cual se centrifuga durante 15 minutos, se decanta, y los tubos se colocan invertidos sobre un papel de filtro para eliminar el sobrenadante.

7. Transcurrido un periodo de 30 minutos a 24 horas se realiza el montaje de las preparaciones, dos por muestra, en glicerogelatina (Maurizio, 1979), como se describe a continuación.

7a.- Con ayuda de una aguja enmangada se introduce un trozo de glicerogelatina en el interior del tubo, impregnándose dicho trozo con parte del sedimento.

7b.- El trozo de glicerogelatina se deposita en un portaobjeto, previamente colocado sobre una placa calefactora a 70°C. Una vez fundida la glicerogelatina, se remueve con ayuda de una aguja enmangada para obtener una buena distribución del polen.

7c.- A continuación, alrededor del frotis se colocan trozos muy pequeños de plastilina y sobre ellos el cubreobjeto, para evitar que su presión deforme los granos de polen (Cushing, 1961).

7d.- La preparación, sellada con parafina, se coloca invertida en un soporte hasta que haya solidificado, con el propósito de que los granos de polen se depositen en un mismo plano.

### 3. 4. ELABORACIÓN DE PREPARACIONES PARA EL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

Para identificar o confirmar tipos polínicos conflictivos se ha usado además el microscopio electrónico de barrido (MEB). Para ello se utilizó, previo tratamiento, el material acetolizado restante de cada carga.

El proceso seguido para elaborar las preparaciones del MEB es el siguiente:

1. Para eliminar los restos de glicerina, se añade agua destilada a los tubos de centrifuga y se agitan, centrifugan (2500 r.p.m. durante 10 minutos) y decantan.

2. A continuación se deshidrata el contenido de los tubos pasándolo por una serie de alcoholes: 50%, 70% y 96%; en cada paso se agita, centrifuga y decanta. Al último sedimento de la serie se le añade de nuevo alcohol de 100°, se agita, y el contenido se pasa a viales, donde se conservará el material hasta que sea requerido para su observación al MEB.

3. En ese momento, parte del material se extrae con la ayuda de una pipeta Pasteur, y se deposita sobre un trozo de cubreobjeto, pegado previamente al portaobjeto especial del MEB.

4. Se deja que el alcohol se evapore a temperatura ambiente, removiendo la muestra con una aguja enmangada para conseguir una mejor distribución del polen.

5. Una vez evaporado el alcohol, se procede a su metalización con oro-paladio en un metalizador tipo Sputtering marca JEOL modelo JFC-1100 durante

4 minutos, utilizando gas argón y una corriente de metalización de 10 mA y 1,2 Kv. El espesor de la capa metálica que recubre las muestras, expresado en angströms (Å), se calcula multiplicando los kilovoltios (1.2), los miliamperios (10), la constante dieléctrica para el argón (3) y el tiempo de metalización en minutos (4):  $1.2 \text{ Kv} \times 10 \text{ mA} \times 3 \times 4 \text{ minutos} = 144 \text{ Å}$ .

### 3. 5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS POLÍNICOS

En la mayoría de los casos, los distintos tipos polínicos se han identificado a nivel específico. Para ello se han utilizado la Clave General de Tipos Polínicos de Díez (1987), el Atlas Polínico de Andalucía Occidental (Valdés y col., 1987) y la palinoteca de referencia del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla. Además se han tenido en cuenta los datos de fenología de la floración en el área de estudio (Ortiz, 1991).

### 3. 6. DIVERSIDAD DEL POLEN RECOGIDO

Como medida de la diversidad del polen recogido en cada intervalo del día se ha utilizado el Índice de Shannon-Weaver, siguiendo el criterio de Biesmeijer y col. (1992). Dicho índice se calcula según la expresión:

$$H = -\sum [P_n \cdot \ln (P_n)]$$

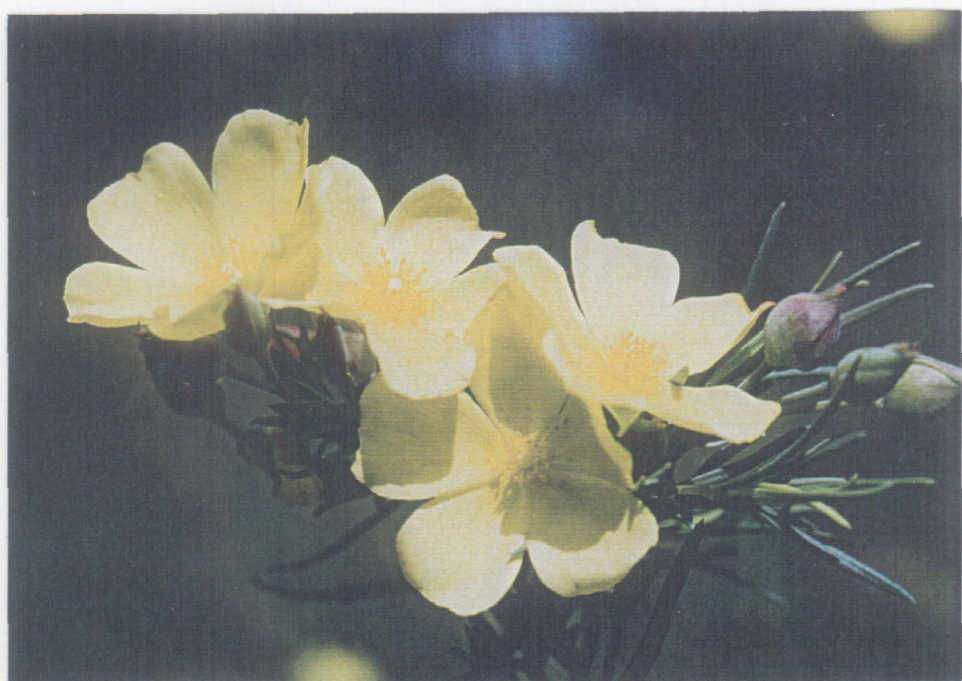
donde  $P_n$  es la frecuencia del polen de cada tipo en el intervalo en cuestión y  $\sum P_n = 1$ .

Además, como medida de la uniformidad del uso de las fuentes polínicas explotadas en cada intervalo se ha empleado el Índice de Pielou, siguiendo igualmente a Biesmeijer y col. (l.c.):

$$J = H / H_{\max}$$

donde  $H_{\max} = \ln(\text{n}^\circ \text{ de tipos en la muestra})$ .

Este índice varía entre 0 (utilización heterogénea de las fuentes) y 1 (utilización homogénea de las fuentes).



#### 4. RESULTADOS



Los resultados obtenidos en cada uno de los días de muestreo se presentarán estructurados en los siguientes apartados:

- Patrón diario general de recogida de polen
- Recursos polínicos utilizados
- Color de las cargas recogidas
- Variación diaria de la diversidad del polen recogido
- Modelo diario de recogida de polen de cada tipo en cada colmena
- Modelo diario global de recogida de polen de cada tipo
- Variación diaria de la importancia relativa de cada fuente de polen
- Evolución diaria del peso de una carga

## 4. 1. MUESTREO DE MARZO

### 4. 1. 1. PATRÓN DIARIO GENERAL DE RECOGIDA DE POLEN

El peso de las cargas recogidas por la trampilla de la colmena 1 durante todo el día de muestreo fue de 26,089 gramos, aproximadamente un 15% superior a los 22,668 gramos acumulados en la trampilla de la colmena 2. En total fueron 48,757 gramos recogidos por las dos colmenas.

El número de cargas recogidas por la trampilla de la colmena 1 durante todo el día fue de 3311, aproximadamente un 15% superior a las 2870 acumuladas por la trampilla de la colmena 2. En total fueron 6181 cargas recogidas por las dos colmenas.

Las variaciones del peso de polen recogido por cada una de las colmenas y por ambas conjuntamente en los intervalos horarios considerados se muestran en la Figura 2. El comportamiento de ambas colmenas a este respecto fue bastante parecido. Las dos colmenas centraron su actividad en los dos intervalos centrales del día, mediodía e inicio de la tarde, pero mientras que la colmena 1 recogió mayor cantidad en el intervalo del mediodía, la colmena 2 recogió cantidades similares en ambos intervalos. En el transcurso de estos dos periodos se obtuvo alrededor del 86% del total diario retenido por el conjunto de las dos colmenas. El polen retirado de los intervalos de la mañana y final de la tarde resultó escaso en comparación al resto, representando el 9% y el 5% del total diario respectivamente.

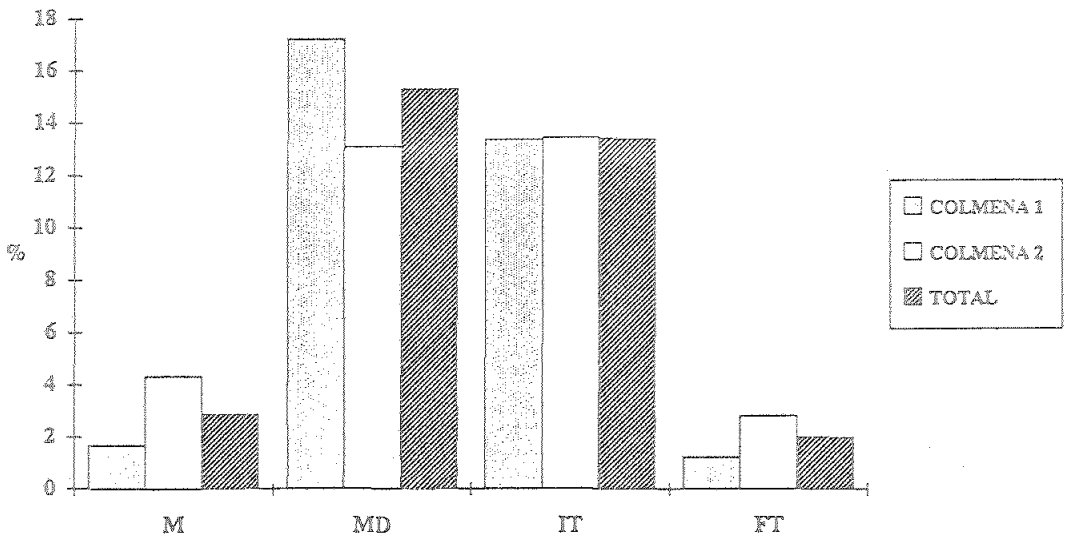


Figura 2. Modelo diario de recogida de polen en cada colmena y en el conjunto de ambas. Cada barra representa el porcentaje de polen recogido en una hora respecto al peso total acumulado durante el día completo. M (mañana): 7-10 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 10-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-18:30 H.S.

Por otro lado, las variaciones del número de cargas recogidas por cada una de las colmenas y por ambas conjuntamente en los intervalos horarios considerados (Figura 3) siguen un modelo diario muy parecido al observado para el peso del polen recogido (ver Figura 2).

Ambas colmenas recogieron un elevado número de cargas en el intervalo de mediodía y un número algo menor en el inicio de la tarde, siendo esta diferencia más acusada en la colmena 1. En estos dos intervalos se recogió el 85% de las cargas de ambas colmenas, mientras que a los intervalos de la mañana y final de la tarde sólo correspondió el 9% y el 6% respectivamente.

#### 4. 1. 2. RECURSOS POLÍNICOS UTILIZADOS

En las muestras de ambas colmenas se encontraron cargas puras de 19 tipos; 16 comunes a las dos y sólo 3 exclusivos de una de ellas. La colmena 1 recolectó 17 tipos distintos y la colmena 2 explotó 18. La Tabla 2 recoge el peso y el número de cargas de cada tipo retenidas en la trampilla cazapolen de cada colmena y en ambas conjuntamente. Dicha tabla muestra también que sólo nueve de los tipos encontrados representaron al menos el 1% del peso total de polen recolectado por ambas colmenas. Entre éstos, *Diplotaxis virgata* (Lámina I, figs. 1 y 2) con el 30% del peso total, *Oxalis pes-caprae* (Lámina I, figs. 3 y 4) con el 29%, *Raphanus raphanistrum* (Lámina I, figs. 5 y 6) con el 21% y *Halimium commutatum* (Lámina II, figs. 1 y 2) con el 8% fueron los aportes polínicos más

significativos para las dos colmenas, constituyendo el grueso de sus recolecciones. Sin embargo, la importancia relativa de cada uno de éstos varió de una colmena a otra. Por ejemplo, mientras que *Diploaxis virgata* fue el principal aporte polínico para la colmena 1, con el 42% del peso total, para la colmena 2 sólo significó el 17%. Lo contrario ocurrió para *Raphanus raphanistrum* que aportó a la colmena 2 la mayor cantidad de polen, un 30% del total, mientras que para la colmena 1 sólo representó el 13%. Los otros cinco tipos que alcanzaron el 1% fueron *Phillyrea angustifolia* (Lámina II, figs. 3 y 4) (3%) y *Rumex bucephalophorus* (Lámina II, figs. 5 y 6), *Fragaria vesca*, *Eucalyptus* sp. y *Ulmus minor* con alrededor del 1% cada uno; aunque fueron comunes a las dos colmenas, sólo fueron cuantitativamente importantes (al menos el 1%) para una de ellas. Además, *Silene gracilis* (0,9%), *Salix atrocinerea* (0,8%) y *Vicia faba* (0,7%), a pesar de no alcanzar el 1% del total recolectado por las dos colmenas, sí superaron este valor para la colmena 2. *Salix atrocinerea* fue el único tipo que superó el 1% en una colmena y estuvo ausente en la otra.

Los tipos restantes se encontraron en cantidades inferiores al 1% respecto del total recogido de cada colmena. Entre ellos, *Populus alba*, *Rosmarinus officinalis*, Tipo *Cytisus* (*Ulex eriocladus* y *Stauracanthus genistoides*, y menos probablemente *Cytisus grandiflorus* y *Genista triacanthos*), *Muscari neglectum* y *Erica arborea* se encontraron en ambas colmenas, mientras que *Fedia cornucopiae*, *Smilax aspera* y *Crataegus monogyna* sólo aparecieron en una.

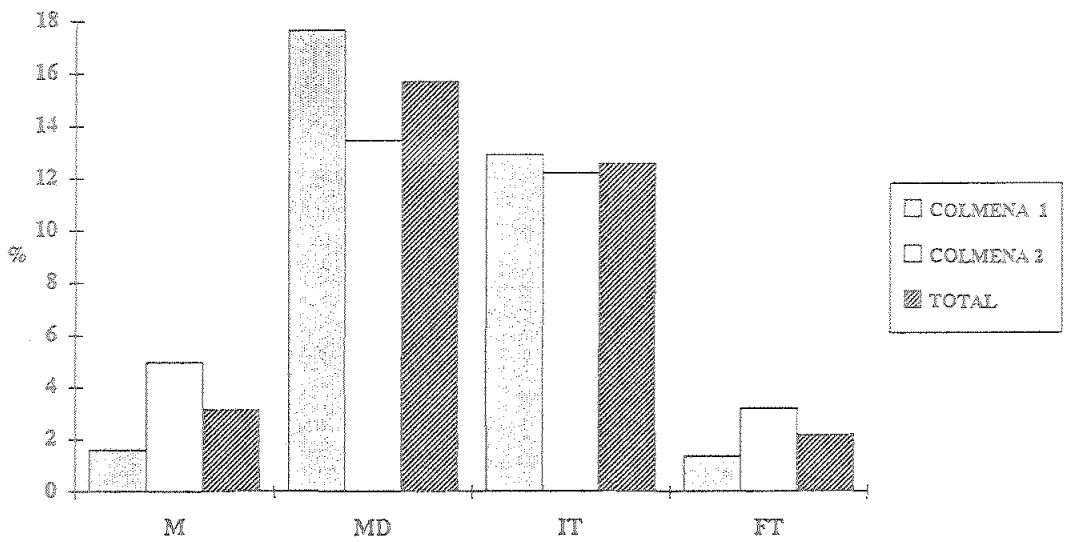
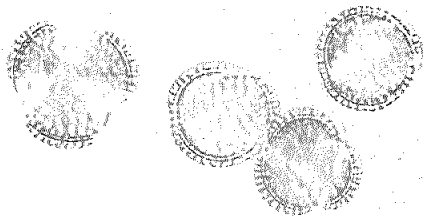


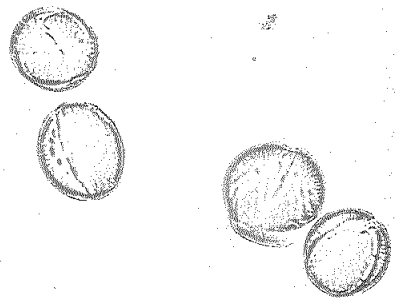
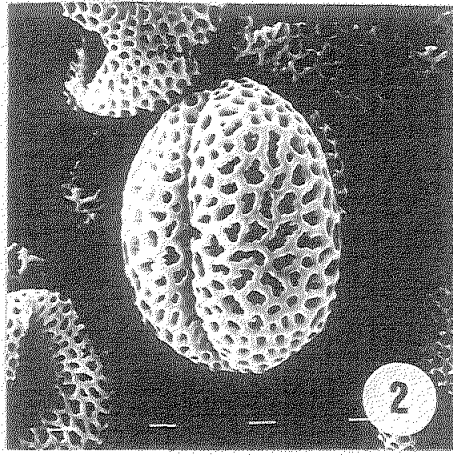
Figura 3. Modelo diario de recogida de cargas de polen en cada una de las colmenas y en el conjunto de ambas. Cada barra representa el porcentaje de cargas de polen recogidas en una hora respecto al número total de cargas acumuladas durante el día completo. M (mañana): 7-10 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 10-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-18:30 H.S.

Tipos polínicos	Colmena 1			Colmena 2			T		
	P	N	%	P	N	%	P	N	%
<i>Diploaxis virgata</i>	10,947	1212	42	3,815	442	17	14,762	1654	30
<i>Oxalis pes-caprae</i>	9,400	1328	36	4,639	553	20	14,039	1881	29
<i>Raphanus raphanistrum</i>	3,300	426	13	7,011	791	30	10,312	1217	21
<i>Halimium commutatum</i>	1,075	125	4	2,590	364	11	3,665	489	8
<i>Phillyrea angustifolia</i>	0,025	3	<1	1,724	255	7	1,749	258	3
<i>Rumex bucephalophorus</i>	0,689	116	3	0,022	5	<1	0,711	121	1
<i>Fragaria vesca</i>	0,076	12	<1	0,524	62	2	0,600	74	1
<i>Eucalyptus</i> sp.	0,024	5	<1	0,538	108	2	0,562	113	1
<i>Ulmus minor</i>	0,046	8	<1	0,516	114	2	0,562	122	1
<i>Silene gracilis</i>	0,162	28	<1	0,282	29	1	0,444	57	<1
<i>Salix atrocinerea</i>	—	—	—	0,405	50	1	0,405	50	<1
<i>Vicia faba</i>	0,013	2	<1	0,313	42	1	0,326	44	<1
<i>Populus alba</i>	0,209	22	<1	0,005	2	<1	0,214	24	<1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,034	10	<1	0,128	27	<1	0,162	37	<1
<i>Muscari neglectum</i>	0,031	7	<1	0,057	10	<1	0,088	17	<1
<i>Crataegus monogyna</i>	—	—	—	0,049	8	<1	0,049	8	<1
<i>Smilax aspera</i> *	—	—	—	0,037	5	<1	0,037	5	<1
Tipo Cytisus	0,023	3	<1	0,006	1	<1	0,029	4	<1
<i>Fedia cornucopiae</i>	0,024	2	<1	—	—	—	0,024	2	<1
<i>Erica arborea</i>	0,011	2	<1	0,007	2	<1	0,018	4	<1
<i>Calendula arvensis</i> *	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asphodelus ramosus</i> *	—	—	—	+	+	+	+	+	+
TOTAL	26,089	3311	100	22,668	2870	100	48,757	6181	100

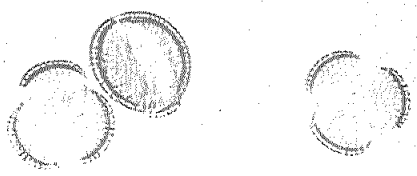
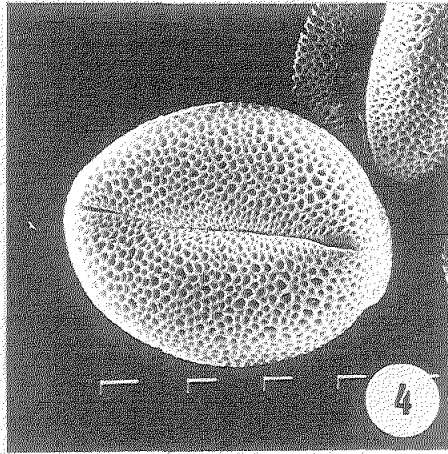
Tabla 2.— Peso en gramos (P), número de cargas (N) y porcentaje respecto al peso total (%) del polen de cada tipo retenido en cada trampa, y en ambas conjuntamente (T). \* encontrado sólo formando parte de cargas mixtas.



1



3



5

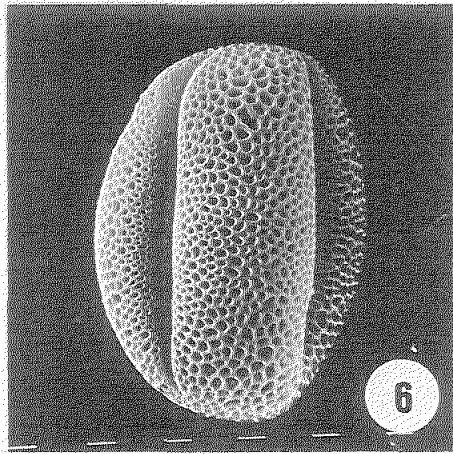


Lámina I. Figs. 1 y 2, *Diplotaxis virgata*. Figs. 3 y 4, *Oxalis pes-caprae*. Figs. 5 y 6, *Raphanus raphanistrum*. Escala: Fig. 1, 13  $\mu\text{m}$ ; Fig. 2, 6  $\mu\text{m}$ ; Fig. 3, 32  $\mu\text{m}$ ; Fig. 4, 10  $\mu\text{m}$ ; Fig. 5, 15  $\mu\text{m}$ ; Fig. 6, 5  $\mu\text{m}$ .



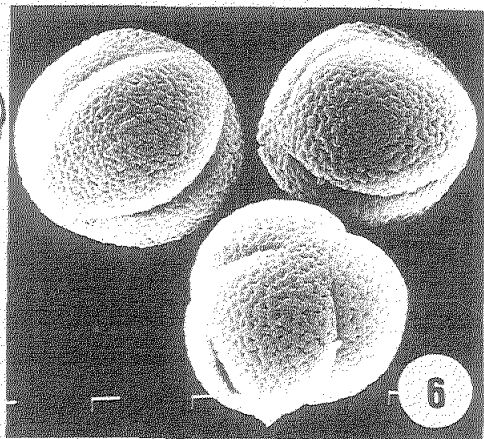
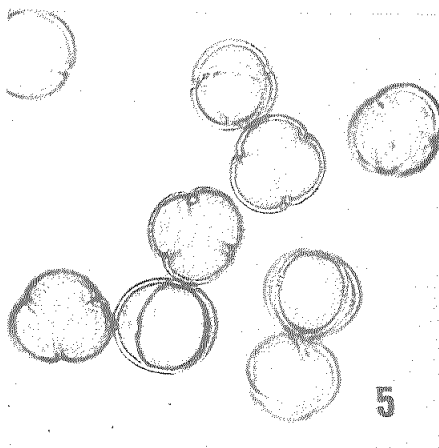
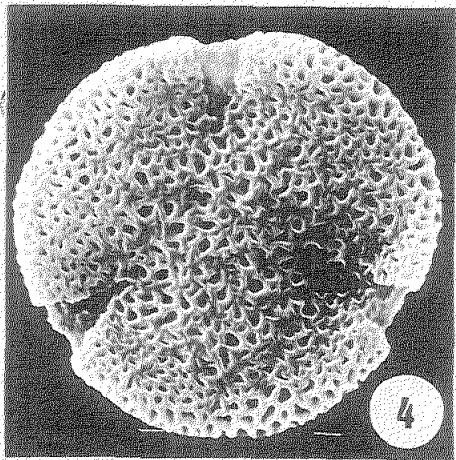
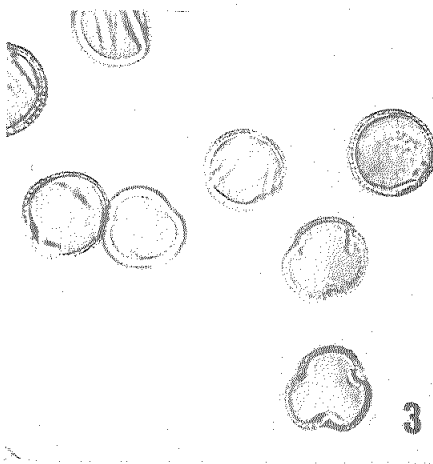
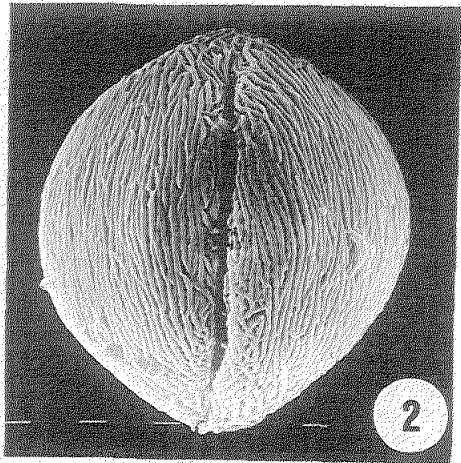
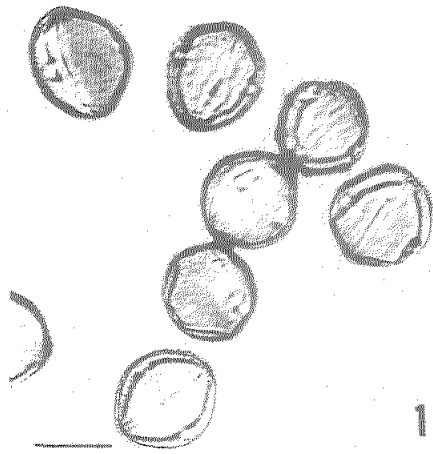


Lámina II. Figs. 1 y 2, *Halimium commutatum*. Figs. 3 y 4, *Phillyrea angustifolia*. Figs. 5 y 6, *Rumex bucephalophorus*. Escala: Fig. 1, 34  $\mu\text{m}$ ; Fig. 2, 10  $\mu\text{m}$ ; Fig. 3, 17  $\mu\text{m}$ ; Fig. 4, 4  $\mu\text{m}$ ; Fig. 5, 18  $\mu\text{m}$ ; Fig. 6, 8  $\mu\text{m}$ .

Finalmente, *Calendula arvensis* y *Asphodelus ramosus* carecen de valor numérico en la tabla, por tratarse de tipos polínicos acompañantes dentro de las cargas mixtas encontradas y haber sido éstas consideradas junto a las de su tipo polínico dominante; *Smilax aspera*, a pesar de aparecer sólo en cargas mixtas, sí tiene un valor numérico al tratarse del tipo dominante dentro de éstas. Las cargas mixtas, en total 12, representaron el 0,19% del número total de las recogidas y fueron de tres clases. Tres de ellas estuvieron constituidas por *Oxalis pes-caprae* y *Calendula arvensis*, siendo el primero el tipo dominante con una representación del 54–65% de los granos. Otras cuatro estuvieron formadas por un 92–97% de granos de *Silene gracilis* acompañados de *Asphodelus ramosus*. Las cinco restantes presentaron polen de varias especies, mayoritariamente de *Smilax aspera*, con el 50–55% de los granos, acompañado sobre todo de *Brassicaceae* y en menor medida de *Fragaria vesca* y *Salix atrocinerea*.

A nivel de familia, el polen de *Brassicaceae* y tras él el de *Oxalidaceae* fueron los más recolectados en el conjunto de ambas colmenas, con el 51% y 29% respectivamente, así como en cualquiera de las dos colmenas individualmente.

Obviamente, las especies de las que se recogió un peso elevado de polen presentaron un gran número de cargas y viceversa. Sin embargo, la correlación entre estos dos parámetros no es perfecta, debido sin duda a las diferencias de peso entre las cargas individuales de cada especie, de las que nos ocuparemos en el apartado 4.1.8. Por ejemplo, en el conjunto de las dos colmenas, *Diplotaxis virgata*

aportó más cantidad de polen que *Oxalis pes-caprae*, teniendo este último mayor número de cargas.

#### 4. 1. 3. COLOR DE LAS CARGAS RECOGIDAS

En el momento de su estudio, Primavera-Verano de 1993 (seis años después de su recolección), los tipos de cargas más abundantes, cuyo número se indica entre paréntesis, presentaban las siguientes coloraciones:

<i>Oxalis pes-caprae</i> (1881).....	Naranja pardo oscuro
<i>Diploaxis virgata</i> (1634).....	Amarillo
<i>Raphanus raphanistrum</i> (1217).....	Amarillo ligeramente pardo
<i>Halimium commutatum</i> (489).....	Naranja pardo claro
<i>Phillyrea angustifolia</i> (258).....	Amarillo ligeramente anaranjado
<i>Ulmus minor</i> (122).....	Beige
<i>Rumex bucephalophorus</i> (121).....	Verdoso amarillento
<i>Eucalyptus</i> sp. (113).....	Marrón claro
<i>Fragaria vesca</i> (74).....	Gris verdoso claro

Como se observa el color predominante es el amarillo con distintas tonalidades (*Diplotaxis virgata*, *Raphanus raphanistrum*, *Phillyrea angustifolia*), seguido del naranja (*Oxalis pes-caprae* y *Halimium commutatum*). Los restantes son poco significativos cuantitativamente, encontrándose cargas verdosas (*Rumex bucephalophorus*), grises (*Fragaria vesca*) y marrones (*Eucalyptus* sp. y *Ulmus minor*).

#### 4.1.4. VARIACIÓN DIARIA DE LA DIVERSIDAD DEL POLEN RECOGIDO

En la Tabla 3 se muestran los tipos polínicos utilizados por cada colmena en cada intervalo horario con las cantidades recogidas en cada caso.

Se observa que el número de recursos polínicos utilizados por *Apis mellifera* varió a lo largo del día, como muestra gráficamente la Figura 4. En el conjunto de las colmenas, durante la mañana sólo fueron recolectados 9 tipos polínicos, aumentando a 16 y 19 en los dos intervalos centrales, mediodía e inicio de la tarde respectivamente; a última hora volvió a disminuir a 13. Hay que destacar que la colmena 2 fue la que recolectó de mayor número de fuentes, salvo al final de la tarde. En los tres primeros intervalos el número de tipos aumentó en paralelo en las dos colmenas; en el último intervalo el número de tipos descendió en ambas colonias pero este descenso fue bastante más acusado en la 2.

La variación diaria de la diversidad del polen recogido por cada colmena y por ambas conjuntamente se presentan en la Figura 5. En los tres casos la diversidad del polen recogido en la mañana fue sensiblemente menor que en cualquiera de los otros tres intervalos que presentaron valores más parecidos. La colmena 2 presentó el valor más alto a mediodía, mientras que la 1 y el conjunto de ambas lo hicieron en el inicio de la tarde. Salvo en el intervalo de la mañana, la colmena 2 tuvo valores más elevados que la 1.

En la Figura 6 se muestra como varió a lo largo del día la uniformidad de uso de los recursos explotados en cada colmena y en el conjunto de ambas. En los tres casos el uso menos homogéneo de los recursos se dio en la mañana y el más uniforme en el final de la tarde. En la colmena 1 la variación entre estos valores extremos fue casi lineal, mientras que en la colmena 2 y en el conjunto de ambas se produjo un estancamiento o ligera caída de este parámetro entre el mediodía y el inicio de la tarde. Salvo en el intervalo de la mañana, la colmena 2 mostró un uso más homogéneo de los recursos explotados que la colmena 1.

#### 4. 1. 5. MODELO DIARIO DE RECOGIDA DE POLEN DE CADA TIPO EN CADA COLMENA

Los modelos diarios de recogida de polen de los distintos tipos para cada una de las colmenas se recogen en la Figura 7. El comportamiento de ambas colmenas con respecto a cada fuente polínica fue relativamente similar para los

## INTERVALOS HORARIOS

TIPOS POLÍNICOS	M		MD		IT		FT	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
	<i>Diplotaxis virgata</i>	0,096	0,055	5,275	2,704	5,506	1,049	0,070
<i>Oxalis pes-caprae</i>	0,024	—	7,288	3,853	2,073	0,786	0,015	—
<i>Raphanus raphanistrum</i>	—	—	—	0,053	2,713	5,992	0,587	0,966
<i>Halimium commutatum</i>	1,075	2,590	—	—	—	—	—	—
<i>Phillyrea angustifolia</i>	—	0,191	—	1,220	0,025	0,245	—	0,068
<i>Rumex bucephalophorus</i>	0,057	0,012	0,632	0,010	—	—	—	—
<i>Fragaria vesca</i>	—	—	0,045	0,078	0,014	0,272	0,017	0,174
<i>Eucalyptus sp.</i>	0,002	0,070	0,013	0,247	—	0,131	0,009	0,090
<i>Ulmus minor</i>	—	0,002	0,038	0,341	0,008	0,159	—	0,014
<i>Silene gracilis</i>	0,031	0,033	0,110	0,173	0,021	0,076	—	—
<i>Salix atrocinerea</i>	—	—	—	0,216	—	0,189	—	—
<i>Vicia faba</i>	—	—	—	—	0,007	0,050	0,006	0,263
<i>Populus alba</i>	—	—	0,086	—	0,047	0,005	0,076	—
<i>Rosmarinus officinalis</i>	—	—	0,006	0,023	0,020	0,084	0,008	0,021
<i>Muscari neglectum</i>	—	—	—	—	0,022	0,057	0,009	—
<i>Crataegus monogyna</i>	—	—	—	—	—	0,049	—	—
<i>Smilax aspera</i>	—	—	—	0,018	—	0,019	—	—
Tipo Cytisus	—	—	0,005	—	0,018	0,006	—	—
<i>Fedia cornucopiae</i>	—	—	—	—	0,024	—	—	—
<i>Erica arborea</i>	—	—	—	0,004	—	0,003	0,011	—
<i>Calendula arvensis</i>	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Asphodelus ramosus</i>	—	+	—	—	—	—	—	—

Tabla 3.— Peso en gramos del polen de cada tipo retenido en cada colmena (C1 y C2) y en cada intervalo. M (mañana): 7–10 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 10–13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13–16 H.S.; FT (final de la tarde): 16–18:30 H.S.

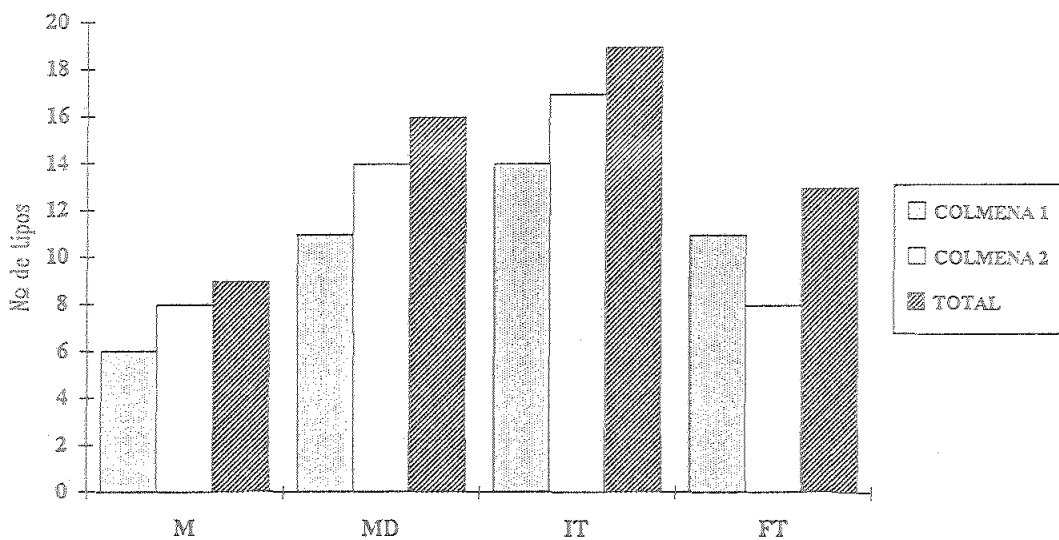


Figura 4. Variación del número de recursos polínicos utilizados por cada colmena y por el conjunto de ambas. M (mañana):7-10 hora solar (H.S.); MD (mediodía):10-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-18:30 H.S.

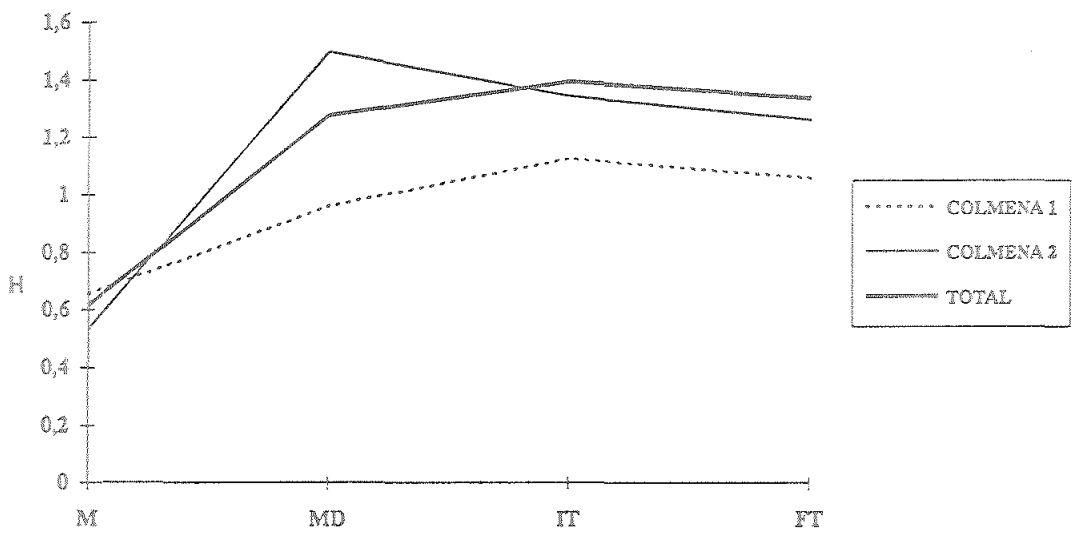


Figura 5. Diversidad del polen recogido de cada colmena y del conjunto de ambas en cada intervalo, usando el índice de Shannon-Weaver (H). M (mañana): 7-10 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 10-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-18:30 H.S.



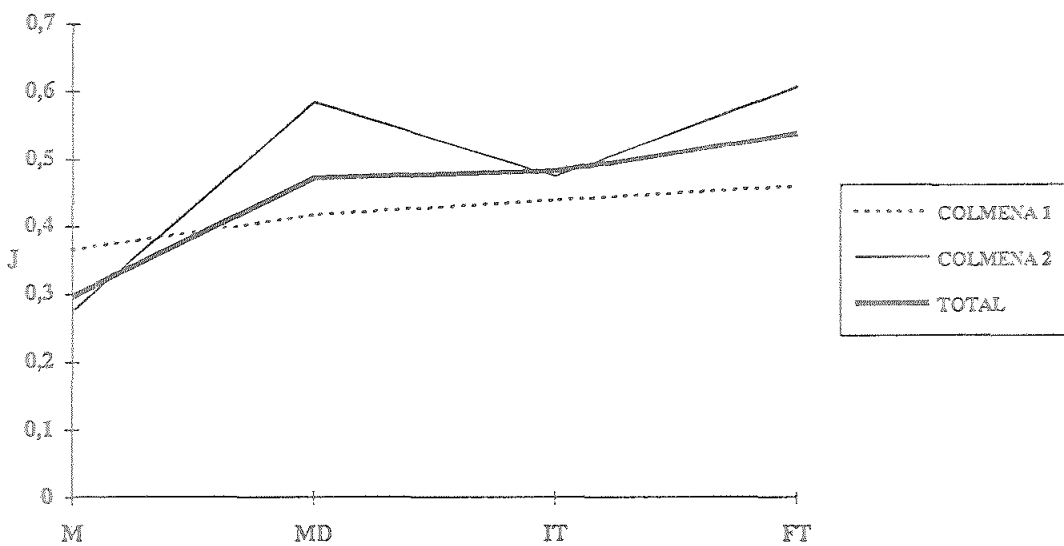
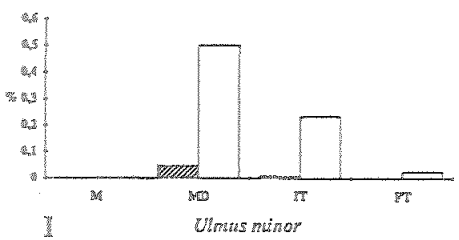
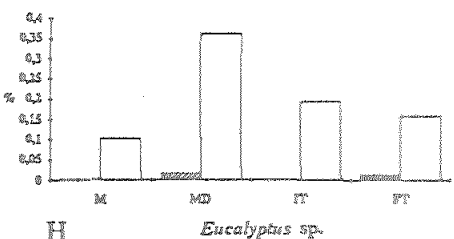
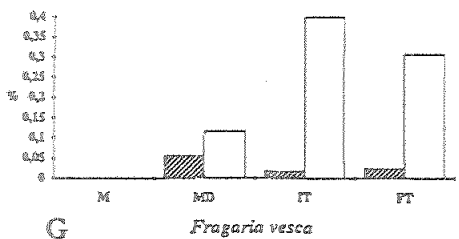
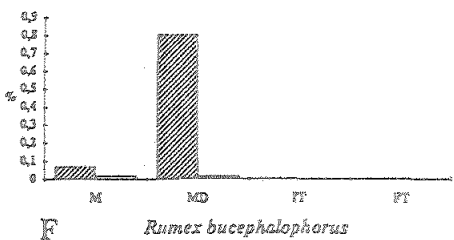
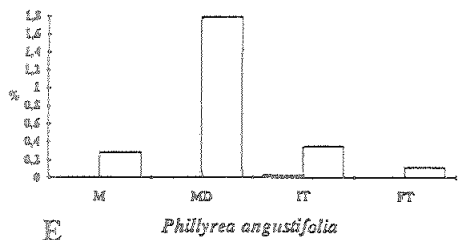
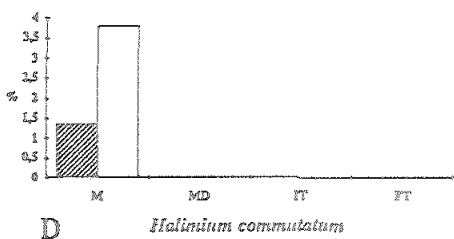
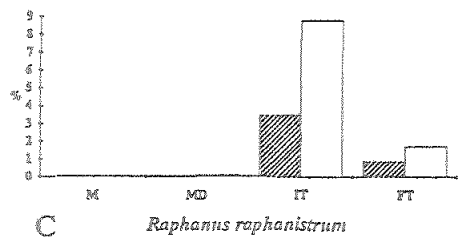
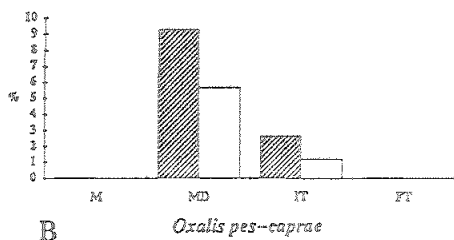
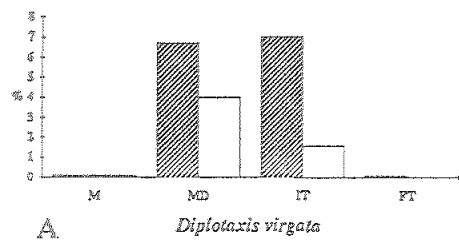
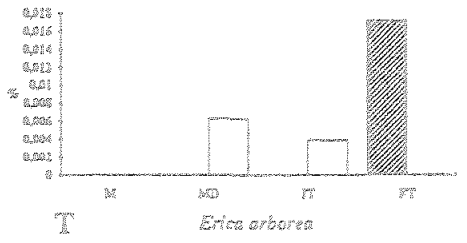
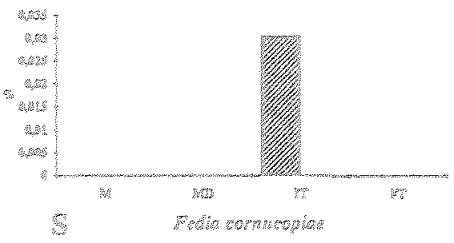
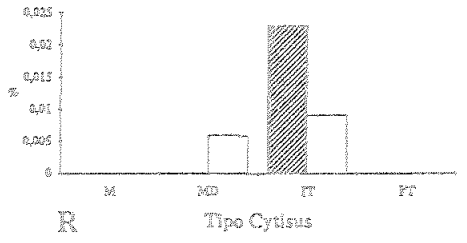
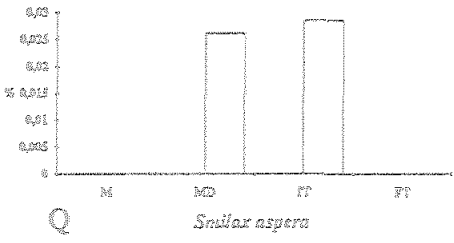
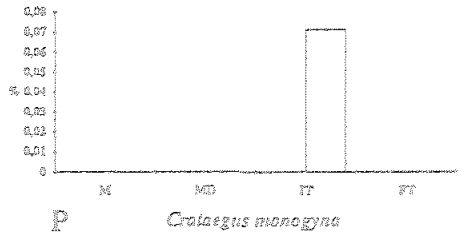
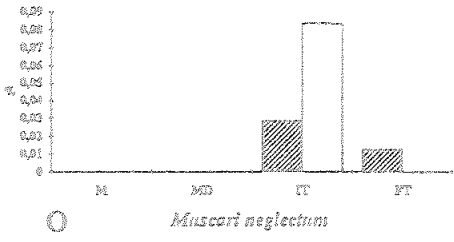
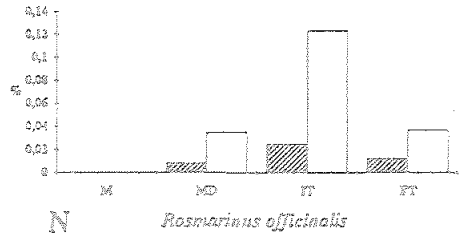
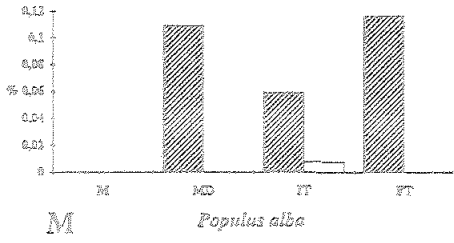
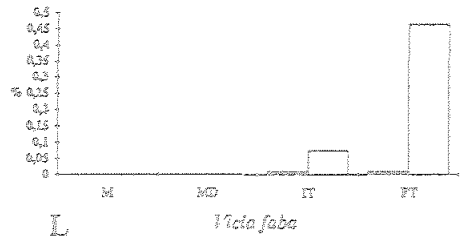
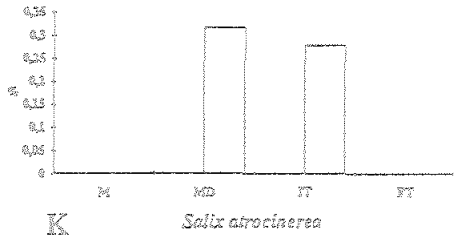


Figura 6. Uniformidad de uso de los recursos polínicos explotados en cada intervalo por cada colmena y por el conjunto de ambas, utilizando el índice de Pielou (J). M (mañana): 7-10 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 10-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-18:30 H.S.

Figura 7. Modelos diarios de recogida de polen de los diversos tipos en cada una de las colmenas. Cada barra muestra, para la colmena, el tipo polínico y el intervalo horario indicado, qué porcentaje, del total recogido por esa colmena en el día, representa el peso de polen de ese tipo retenido en la trampa durante una hora. M (mañana): 7-10 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 10-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-18:30 H.S.; Barra rayada: colmena 1; Barra blanca: colmena 2.



.../ /... Figura 7



recursos más importantes, mostrando mayor disparidad para algunos de los usados en menor medida. En el caso de *Diploaxis virgata* (A), ambas colmenas centraron la explotación de este recurso en los intervalos del mediodía e inicio de la tarde, pero la colmena 1 mantuvo el mismo grado de recolección en ambos intervalos mientras que la colmena 2 lo disminuyó en el segundo. Las dos colmenas obtuvieron la máxima recolección de *Oxalis pes-caprae* (B) al mediodía, disminuyendo hasta llegar al final de la tarde; no obstante, la colmena 2 no recogió este polen ni durante la mañana ni durante el último intervalo. La recogida de polen de *Raphanus raphanistrum* (C) en ambas colmenas se centró en los intervalos de la tarde, principalmente en el primero de ellos; sólo la colmena 2 recogió este polen antes de la tarde pero muy escasamente. El patrón de *Halimium commutatum* (D) fue bastante peculiar, ya que su recogida fue abundante pero limitada a la mañana para las dos colmenas. *Phillyrea angustifolia* (E) apenas tuvo importancia para la colmena 1 que sólo recolectó su polen al inicio de la tarde, sin embargo la colmena 2 lo recogió durante todo el día, pero fundamentalmente en el intervalo de mediodía. Ambas colonias recogieron polen de *Rumex bucephalophorus* (F) sólo en los intervalos de la mañana y de mediodía, pero mientras que la recogida fue muy baja en ambos intervalos en la colmena 2, en la colmena 1 fue escasa en el primero y bastante significativa en el segundo. Ninguna de las dos colmenas recogió polen de *Fragaria vesca* (G) durante la mañana pero sí en los otros tres intervalos; no obstante fue explotado de modo distinto por cada colmena; la colmena 1 lo hizo de forma poco significativa, dándose los valores más altos durante el mediodía, mientras que la colmena 2 lo recogió

fundamentalmente en los intervalos de la tarde, más fuertemente en el primero de ellos. Ambas colmenas presentaron la máxima recogida de polen de *Eucalyptus* sp. (H) al mediodía, pero mientras la colmena 2 recogió cantidades apreciables en todos los intervalos, la colmena 1 recolectó cantidades insignificantes e interrumpió su recogida durante el intervalo del inicio de la tarde. A pesar de que la colmena 1, a diferencia de la 2, no presentó polen de *Ulmus minor* (I) durante la mañana ni al final de la tarde, en ambas colmenas los mayores valores en la recogida de este polen fueron los del mediodía, seguidos a distancia, por los del inicio de la tarde. El polen de *Silene gracilis* (J) sólo se recogió en los tres primeros intervalos, siendo los patrones de ambas colmenas paralelos y con máximos al mediodía. La recogida de polen de *Salix atrocinerea* (K) por la colmena 2 se llevó a cabo únicamente en los intervalos centrales del día siendo algo mayor en el primero de ellos; esta especie no fue recolectada por la colmena 1. *Vicia faba* (L) sólo fue utilizada por las colmenas en los dos intervalos de la tarde; la colmena 1 recogió su polen en cantidades parecidas y muy pequeñas en ambos intervalos, mientras que la colmena 2 recogió cantidades mayores y bastante dispares en ambos intervalos, dándose el máximo en el segundo de ellos.

Entre los tipos restantes, que son los menos recolectados, encontramos casos de gran similitud en los patrones de recogida de ambas colmenas (*Rosmarinus officinalis* (N)), pero también se encuentran los casos de mayor disparidad (*Populus alba* (M) y *Erica arborea* (T)).

#### 4.1.6. MODELO DIARIO GLOBAL DE RECOGIDA DE POLEN DE CADA TIPO

En este apartado y en los dos siguientes (4.1.7. y 4.1.8.) se han unido las muestras de polen de ambas colmenas como si de una sola colmena se tratase, mostrándose de este modo la actividad global de nuestra población de abejas.

La Figura 8 muestra las tasas de recogida, en gramos por hora, de los distintos tipos polínicos en los diferentes intervalos horarios. Así se pone de manifiesto el modelo diario global de recogida de polen de cada tipo. Cada recurso mostró un patrón de recolección diferente, predominando los casos en los que la recogida más intensa ocurrió al mediodía, sobre todo entre los tipos recolectados de forma más abundante, o en el inicio de la tarde. *Diplotaxis virgata* (Gráfico A, DV), *Oxalis pes-caprae* (Gráfico A, OP), *Phillyrea angustifolia* (Gráfico A, PH) y *Ulmus minor* (Gráfico B, UM) presentaron patrones de recogida bastante parecidos. Su recogida fue muy escasa en la mañana, presentó un máximo acusado a mediodía y un descenso más o menos pronunciado en el inicio de la tarde, para volver a ser muy escasa al final de la misma. El modelo de recogida de *Eucalyptus* sp. se asemejó a los anteriores en cuanto a que presentó un máximo a mediodía y un descenso apreciable en el inicio de la tarde, pero la actividad en los dos intervalos restantes, aunque algo más baja que en el inicio de la tarde, fue apreciable. El polen de *Raphanus raphanistrum* (Gráfico A, RR) empezó a recogerse muy escasamente a mediodía, se recogió muy abundantemente en el inicio de la tarde y moderadamente a final de la misma. El patrón de recogida de

*Fragaria vesca* (Gráfico B, FV) fue similar al de *Raphanus raphanistrum* en cuanto a que no se recogió por la mañana y las cantidades máxima y mínima se retuvieron en el inicio de la tarde y el mediodía respectivamente. Sin embargo, las diferencias de actividad entre los tres intervalos en los que hubo recogida fueron mucho más acusadas en *Raphanus raphanistrum* que en *Fragaria vesca*. En contraste con estos dos recursos, la recogida de polen de *Halimium commutatum* (Gráfico A, HC), aunque cuantiosa, estuvo restringida a la mañana; la de *Rumex bucephalophorus* (Gráfico A, RB), en cambio, lo estuvo a los dos primeros intervalos, siendo mucho mayor a mediodía. La recogida de polen de *Silene gracilis* (Gráfico B, SG) empezó por la mañana, fue máxima a mediodía y presentó un valor intermedio en el inicio de la tarde, siendo nula en el último intervalo. La de *Salix atrocinerea* (Gráfico B, SA) estuvo restringida a los dos intervalos centrales del día, siendo al igual que en el caso anterior máxima a mediodía, pero sólo un poco menor en el inicio de la tarde. Entre los recursos de cierta relevancia, *Vicia faba* (Gráfico B, VF) fue el de utilización más tardía; comenzó a recogerse en el inicio de la tarde y tuvo un máximo bastante acusado en el final de la misma.

Los restantes recursos polínicos utilizados fueron de menor importancia, y sus patrones de recogida tuvieron en común la ausencia de actividad durante la mañana pero fueron dispares en cuanto a en qué otros intervalos la hubo. Aun así, en todos ellos el máximo de la recolección se registró en el inicio de la tarde, salvo en *Populus alba* (Gráfico B, PA) y *Erica arborea* (Gráfico C, EA) que fue al final de la misma.

Figura 8. Variación diaria de la tasa de recogida de polen en gramos por hora (g/h) de cada tipo en el conjunto de las dos colmenas. M (mañana): 7-10 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 10-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-18:30 H.S. \*

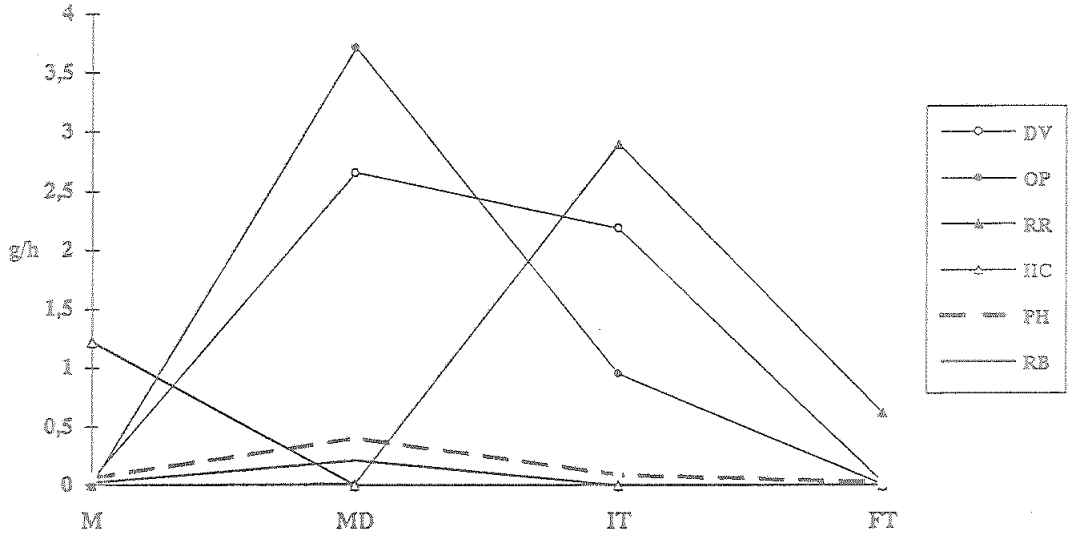


Gráfico A. \* DV, *Diplotaxis virgata*; OP, *Oxalis pes-caprae*; RR, *Raphanus raphanistrum*; HC, *Halimium commutatum*; PH, *Phillyrea angustifolia*; RB, *Rumex bucephalophorus*.

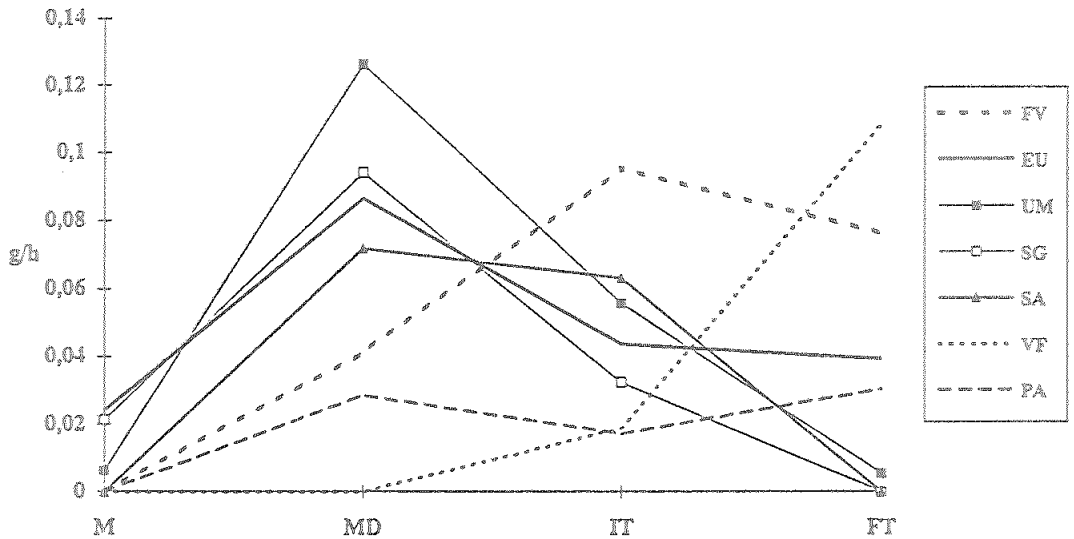


Gráfico B. \* FV, *Fragaria vesca*; EU, *Eucalyptus sp.*; UM, *Ulmus minor*; SG, *Silene gracilis*; SA, *Salix atrocinerea*; VF, *Vicia faba*; PA, *Populus alba*.



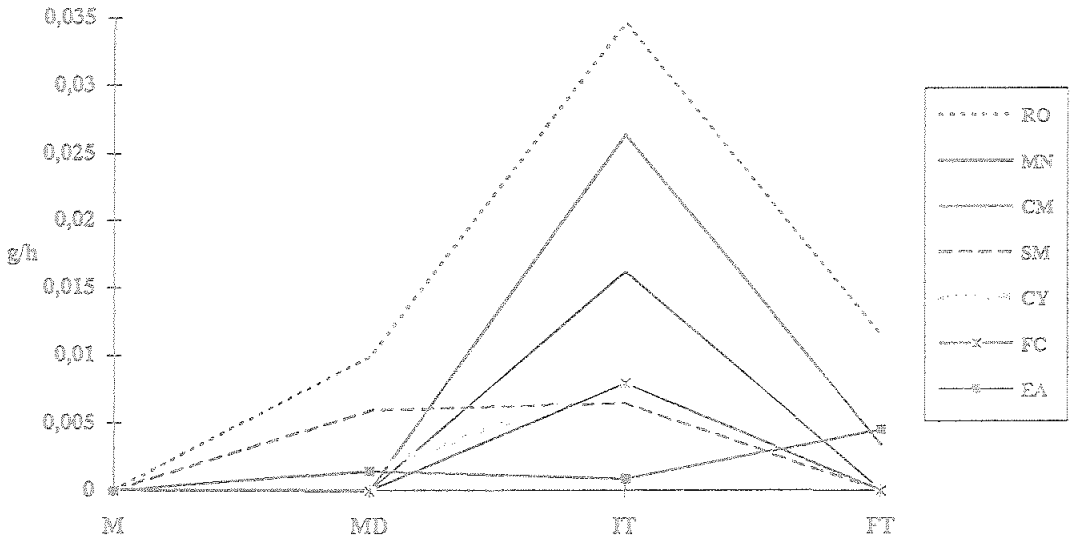


Gráfico C. \* RO, *Rosmarinus officinalis*; MN, *Muscari neglectum*; CM, *Crataegus monogyna*; SM, *Smilax aspera*; CY, Tipo Cytisus; FC, *Fedia cornucopiae*; EA, *Erica arborea*.

#### 4.1.7. VARIACIÓN DIARIA DE LA IMPORTANCIA RELATIVA DE CADA FUENTE DE POLEN

La importancia relativa en cada intervalo de cada una de las fuentes polínicas utilizadas por nuestras abejas se muestra en la Figura 9. Casi todo el polen recogido durante la mañana (87% del peso) fue de *Halimium commutatum* (HC). En este intervalo se recogieron además cantidades superiores al 3% del peso de *Phillyrea angustifolia* (PH) y *Diplotaxis virgata* (DV), y superiores al 1% de *Eucalyptus* sp. (EU), *Rumex bucephalophorus* (RB) y *Silene gracilis* (SG). Para esta última, éste fue el intervalo en que alcanzó mayor importancia relativa.

*Halimium commutatum* (HC) pasó de ser el recurso más importante por la mañana a no ser recolectado en el mediodía. Este recurso fue sustituido en este intervalo por *Oxalis pes-caprae* (OP) y *Diplotaxis virgata* (DV) que, conjuntamente, constituyeron el 86% de la recolección, siendo el primero sensiblemente más importante (50% del peso). También fueron significativos como recursos polínicos *Phillyrea angustifolia* (PH) (más del 5%), *Rumex bucephalophorus* (RB) (más del 2%) y *Ulmus minor* (UM), *Silene gracilis* (SG) y *Eucalyptus* sp. (EU) (más del 1% cada uno). Salvo los dos últimos, los restantes recursos citados alcanzaron su mayor importancia relativa en este intervalo.

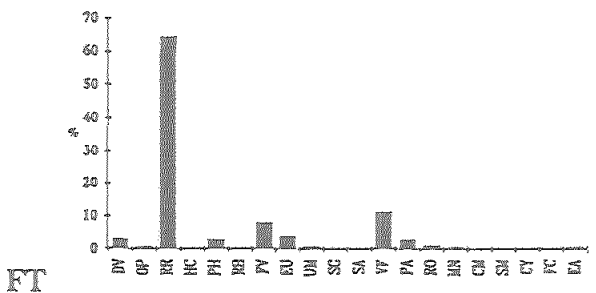
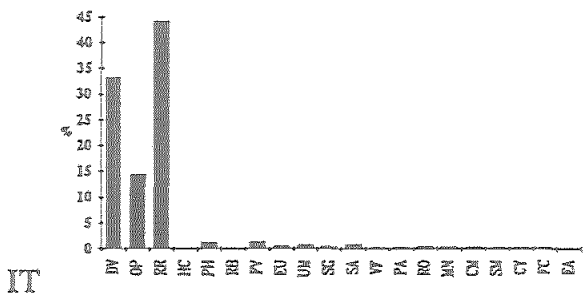
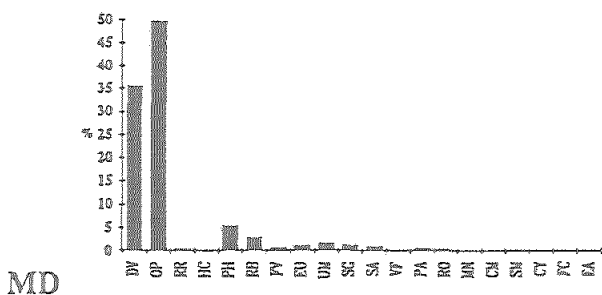
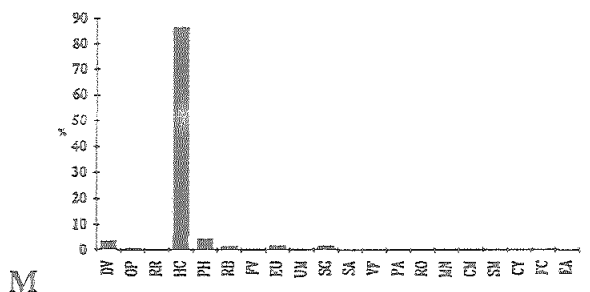
En el inicio de la tarde, *Oxalis pes-caprae* (OP) disminuyó su importancia al 15%, mientras que *Diplotaxis virgata* (DV), con el 33%, mantuvo aproximadamente el mismo valor que durante el intervalo anterior. La recolección

se centró en *Diplotaxis virgata* (DV) y *Raphanus raphanistrum* (RR), totalizando el 77% del polen recogido en dicho intervalo, y siendo *Raphanus raphanistrum* (RR) el recurso más importante, con el 44%. Además, *Phillyrea angustifolia* (PH) y *Fragaria vesca* (FV) superaron el 1%.

Por último, a final de la tarde, *Raphanus raphanistrum* (RR) continuó siendo el recurso más recolectado y alcanzó su máxima importancia relativa con el 64%. Por el contrario, la importancia de *Diplotaxis virgata* (DV) y *Oxalis pes-caprae* (OP) descendió considerablemente hasta el 3% y 0,6%, respectivamente. El segundo recurso más importante en este periodo fue *Vicia faba* (VF) con el 11%, el valor máximo para esta especie. También alcanzaron su importancia máxima en este periodo *Fragaria vesca* (FV) (8%), *Eucalyptus* sp. (EU) (4%), *Populus alba* (PA) (3%) y *Rosmarinus officinalis* (RO) (1%). Por otro lado, la importancia de *Phillyrea angustifolia* en este intervalo superó el 2%, lo que supuso un ligero incremento sobre la del intervalo anterior.

Los restantes tipos polínicos recogidos por nuestras abejas no alcanzaron el 1% de importancia relativa en ninguno de los intervalos considerados; todos ellos presentaron su máximo en el inicio de la tarde, salvo *Erica arborea* (EA) que lo hizo en el último intervalo.

Figura 9. Relación porcentual entre el peso de cada tipo polínico en cada intervalo horario y el peso de todo el polen recogido en el mismo intervalo, considerando las dos colmenas conjuntamente. M (mañana):7-10 hora solar (H.S.); MD (mediodía):10-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-18:30 H.S.; DV, *Diplotaxis virgata*; OP, *Oxalis pes-caprae*; RR, *Raphanus raphanistrum*; HC, *Halimium commutatum*; PH, *Phillyrea angustifolia*; RB, *Rumex bucephalophorus*; FV, *Fragaria vesca*; EU, *Eucalyptus* sp.; UM, *Ulmus minor*; SG, *Silene gracilis*; SA, *Salix atrocinerea*; VF, *Vicia faba*; PA, *Populus alba*; RO, *Rosmarinus officinalis*; MN, *Muscari neglectum*; CM, *Crataegus monogyna*; SM, *Smilax aspera*; CY, Tipo *Cytisus*; FC, *Fedia cornucopiae*; EA, *Erica arborea*.



#### 4. 1. 8. EVOLUCIÓN DIARIA DEL PESO DE UNA CARGA

El peso medio de una carga de las recogidas durante el día de muestreo fue prácticamente idéntico en ambas colmenas (7,89 mg en la 1 y 7,90 mg en la 2).

La Tabla 4 refleja las notables diferencias entre los pesos medios de las cargas de los distintos tipos polínicos. Las cargas más pesadas fueron las de *Fedia cornucopiae* que pesaron por término medio 11,95 mg, dos veces y media más que las de *Rosmarinus officinalis* (4,40 mg), que fueron las más ligeras.

Se ha comprobado si el peso medio de una carga de cada tipo estuvo correlacionado con el número total de cargas recogidas del mismo o con el volumen de uno de sus granos de polen; en ambos casos se ha encontrado una ligera correlación positiva, si bien ésta no fue significativa. Por otra parte, las cargas de polen de los taxones productores de néctar (Tabla 4) resultaron ligeramente más pesadas ( $\bar{x} \pm e.t. = 7,12 \pm 2,00$ ;  $n=15$ ) que las de aquéllos exclusivamente poliníferos ( $\bar{x} \pm e.t. = 6,71 \pm 1,64$ ;  $n=5$ ), pero esta diferencia tampoco fue significativa. El carácter nectarífero o no de los taxones se ha comprobado bibliográficamente (Rita, 1983; Crane y col., 1984; Ortega Sada, 1987 y Talavera y col., 1988 entre otros).

Se observaron, además, diferencias en los pesos medios de las cargas recogidas en los distintos intervalos (Tabla 4). Las cargas más ligeras se situaron en los intervalos extremos, mañana (7,23 mg) y final de la tarde (7,05 mg). Las más pesadas se correspondieron con el inicio de la tarde, con un peso medio de

8,41 mg, seguidas de las recogidas a mediodía, con un peso medio de 7,70 mg. Cada recurso presentó un patrón de variación de peso de las cargas diferente, predominando los casos en que las cargas más pesadas se recogieron en el inicio de la tarde. Así ocurrió, por ejemplo, con *Raphanus raphanistrum*, *Fragaria vesca* o *Salix atrocinerea*. No obstante se dieron casos de recogida de las cargas más pesadas en cualquiera de los intervalos: *Oxalis pes-caprae* en la mañana, *Diplotaxis virgata* en el mediodía y *Vicia faba* en el final de la tarde, por ejemplo.

Por otra parte, el rango de variación del peso medio de una carga a lo largo del día fue muy distinto según las fuentes polínicas. Para *Ulmus minor*, la de rango más amplio, una carga de la mañana pesó por término medio un 64% menos que otra del inicio de la tarde. En el extremo opuesto, las cargas más ligeras de *Vicia faba* pesaron sólo un 5% menos que las más pesadas.

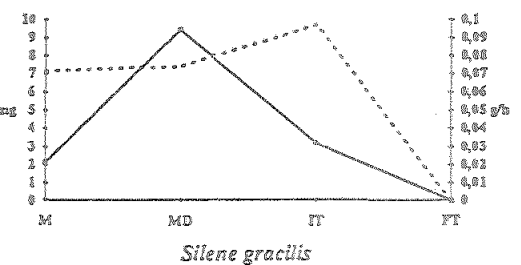
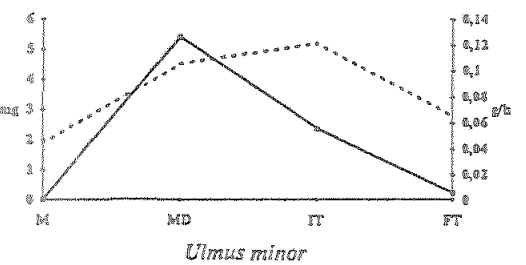
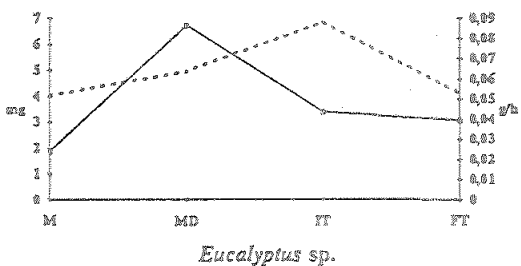
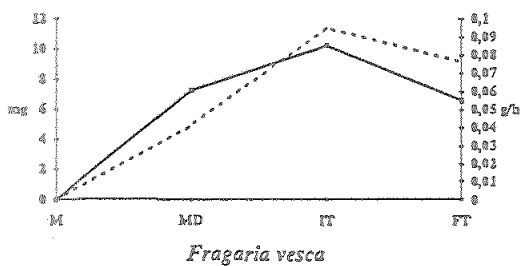
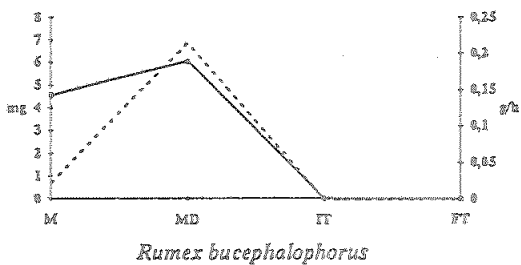
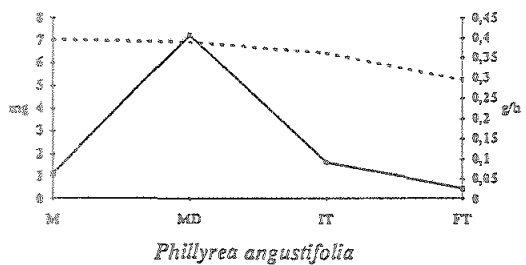
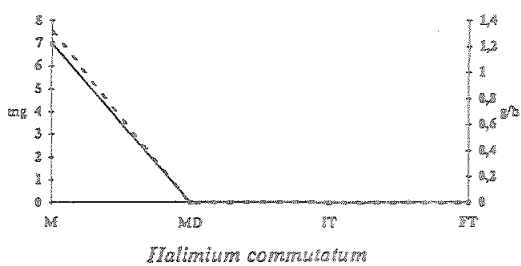
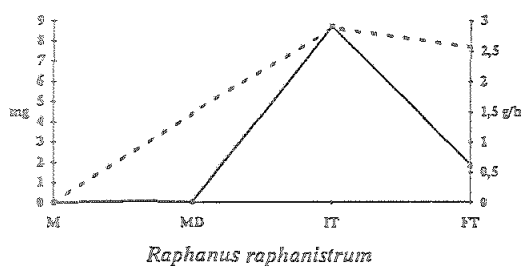
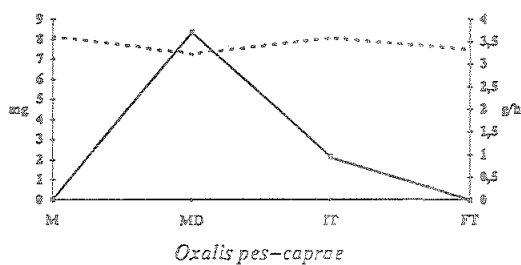
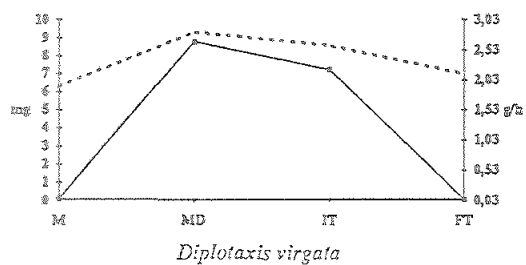
En la Figura 10 se presentan conjuntamente la variación del peso medio de una carga de cada tipo a lo largo del día y la de la tasa de recogida de los mismos. Para comprobar si existe correlación entre estos dos parámetros, en cada tipo se han igualado a 1 los valores más altos de ambos parámetros y se han dado valores proporcionales a los restantes, no considerando aquellos tipos recolectados en un solo intervalo. Entre estos dos grupos de valores se ha encontrado una correlación positiva significativa ( $r=0,466$ ;  $p<0,001$ ).

TIPOS POLÍNICOS	INTERVALOS HORARIOS				
	M	MD	IT	FT	T
<i>Fedia cornucopiae</i> *	-	-	11,95	-	11,95
<i>Diplotaxis virgata</i> *	6,30	9,31	8,60	6,98	8,93
<i>Populus alba</i>	-	10,73	6,46	9,53	8,91
<i>Raphanus raphanistrum</i> *	-	4,42	8,68	7,69	8,50
<i>Fragaria vesca</i> *	-	7,28	10,21	6,58	8,12
<i>Salix atrocinerea</i> *	-	7,44	9,02	-	8,10
<i>Silene gracilis</i> *	7,15	7,43	9,72	-	7,79
<i>Halimium commutatum</i>	7,50	-	-	-	7,50
<i>Oxalis pes-caprae</i> *	8,15	7,31	8,10	7,49	7,47
<i>Smilax aspera</i> *	-	5,96	9,73	-	7,46
<i>Vicia faba</i> *	-	-	7,10	7,49	7,42
<i>Phillyrea angustifolia</i>	7,07	6,93	6,45	5,24	6,78
<i>Crataegus monogyna</i> *	-	-	6,09	-	6,09
<i>Rumex bucephalophorus</i>	4,57	6,06	-	-	5,86
Tipo Cytisus	-	4,61	8,09	-	5,77
<i>Muscari neglectum</i> *	-	-	5,28	4,22	5,16
<i>Eucalyptus</i> sp.*	4,04	5,00	6,89	4,11	4,97
<i>Ulmus minor</i>	1,89	4,51	5,22	2,80	4,60
<i>Erica arborea</i> *	-	4,32	2,71	5,66	4,59
<i>Rosmarinus officinalis</i> *	-	3,73	4,94	3,62	4,40
<b>TOTAL</b>	<b>7,23</b>	<b>7,70</b>	<b>8,41</b>	<b>7,05</b>	<b>7,89</b>

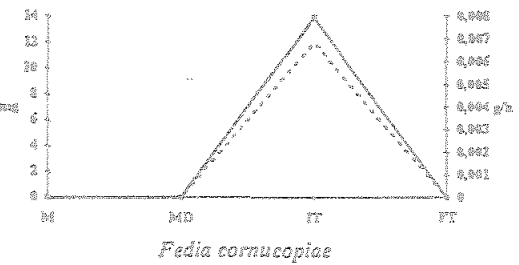
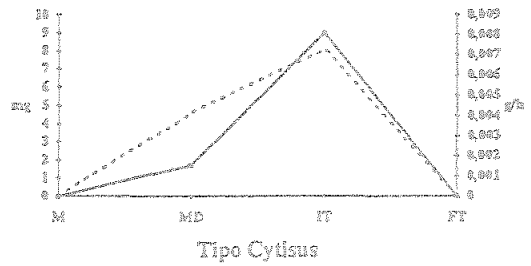
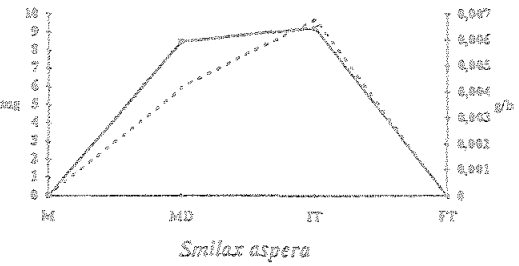
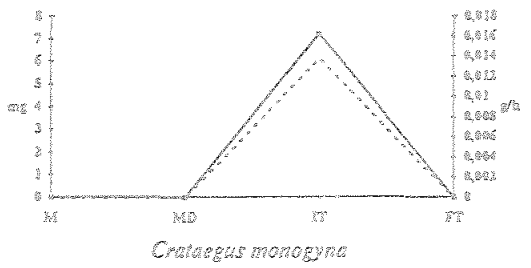
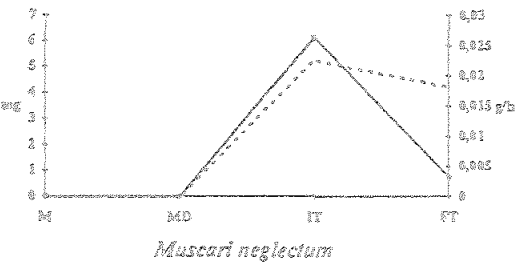
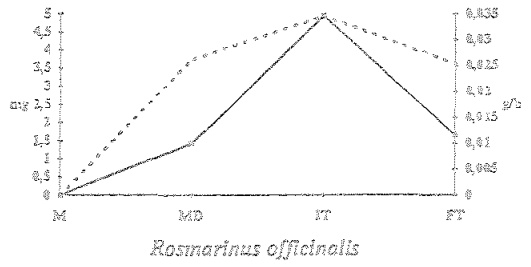
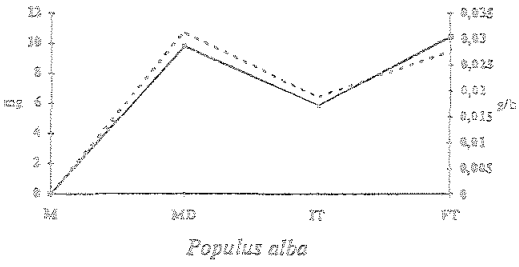
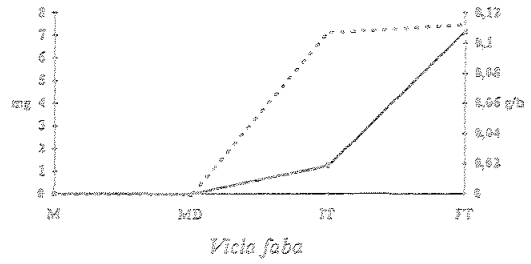
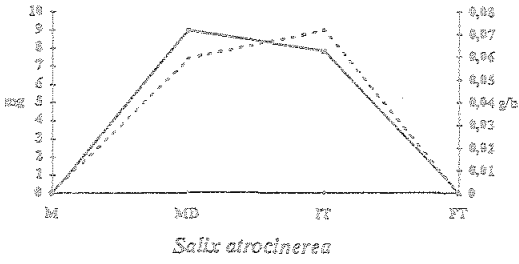
Tabla 4.- Peso medio en mg de una carga de polen de cada tipo en cada uno de los intervalos horarios. M (mañana): 7-10 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 10-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-18:30 H.S.; T (todo el día). \* Taxones productores de néctar.



Figura 10. Variación del peso medio en mg de una carga de polen (línea discontinua) y de la tasa de recogida en g/h (línea continua) de cada tipo polínico en cada uno de los intervalos horarios. M (mañana): 7-10 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 10-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-18:30 H.S.







## 4. 2. MUESTREO DE ABRIL

### 4. 2. 1. PATRÓN DIARIO GENERAL DE RECOGIDA DE POLEN

El peso de las cargas recogidas por la trampilla de la colmena 1 durante todo el día de muestreo fue de 97,693 gramos, aproximadamente un 27% inferior a los 134,0074 gramos acumulados en la trampilla de la colmena 2. En total fueron 231,7004 gramos recogidos por las dos colmenas.

El número de cargas recogidas por la trampilla de la colmena 1 durante todo el día fue de 13875, aproximadamente un 11% inferior a las 15593 acumuladas por la trampilla de la colmena 2. En total fueron 29468 cargas recogidas por las dos colmenas.

Las variaciones del peso del polen recogido por cada una de las colmenas y por ambas conjuntamente en los intervalos horarios considerados se muestran en la Figura 11. El comportamiento de ambas colmenas a este respecto fue bastante parecido. Las dos colmenas centraron su actividad en los dos intervalos centrales del día, mediodía e inicio de la tarde, si bien en ambas dicha actividad fue sensiblemente superior en el primero de estos intervalos. En el transcurso de estos dos periodos se obtuvo alrededor del 93% del total diario retenido por el conjunto de ambas colmenas. El polen retirado de los intervalos de la mañana y final de la

tarde resultó muy escaso en comparación al resto, representando el 1% y el 6% del total diario, respectivamente.

Las variaciones del número de cargas recogidas por cada una de las colmenas y por ambas conjuntamente en los intervalos horarios considerados (Figura 12) siguen un modelo diario muy parecido al observado para el peso del polen recogido (ver Figura 11).

Ambas colmenas recogieron un elevado número de cargas en el intervalo de mediodía y un número algo menor en el inicio de la tarde. En estos dos intervalos se recogió el 91% de las cargas de ambas colmenas, mientras que a los intervalos de la mañana y final de la tarde sólo correspondió el 2% y el 7% respectivamente.

#### 4. 2. 2. RECURSOS POLÍNICOS UTILIZADOS

En las muestras de ambas colmenas se encontraron cargas puras de 20 tipos, 13 comunes a las dos y 7 exclusivos de una de ellas. La colmena 1 recolectó 16 tipos distintos y la colmena 2 recogió 17. La Tabla 5 presenta el peso y número de las cargas de cada tipo retenidas en la trampilla cazapolen de cada colmena y en ambas conjuntamente. Dicha tabla muestra también que sólo ocho de los tipos encontrados representaron al menos el 1% del peso total de polen recolectado por ambas colmenas. Entre éstos, *Cistus ladanifer* (Lámina III, figs. 1 y 2), con el 33% del peso total, *Quercus suber* (Lámina III, figs. 3 y 4), con el 31%, y *Cistus*

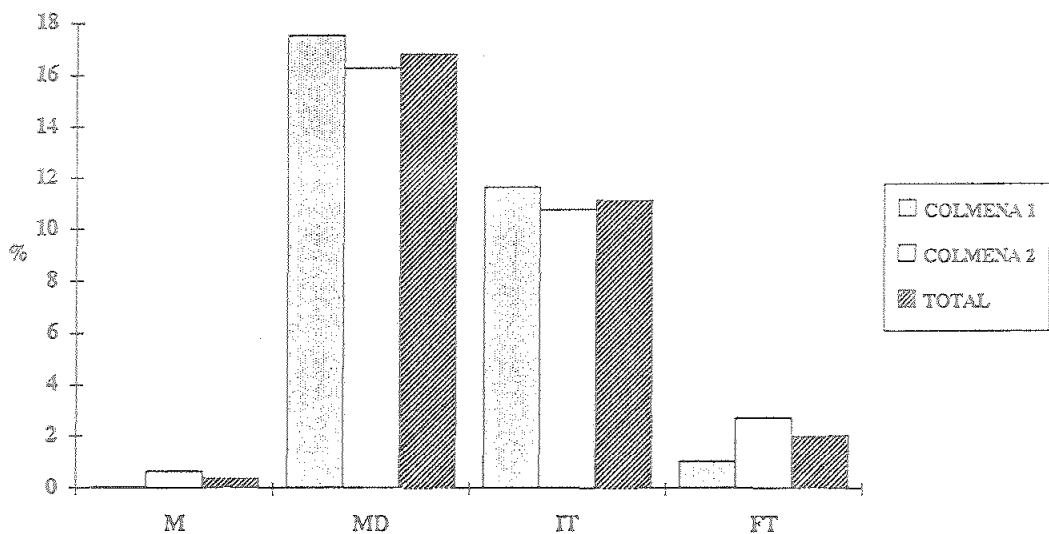


Figura 11. Modelo diario de recogida de polen en cada colmena y en el conjunto de ambas. Cada barra representa el porcentaje de polen recogido en una hora respecto al peso total acumulado durante el día completo. M (mañana): 6-9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-19 H.S.

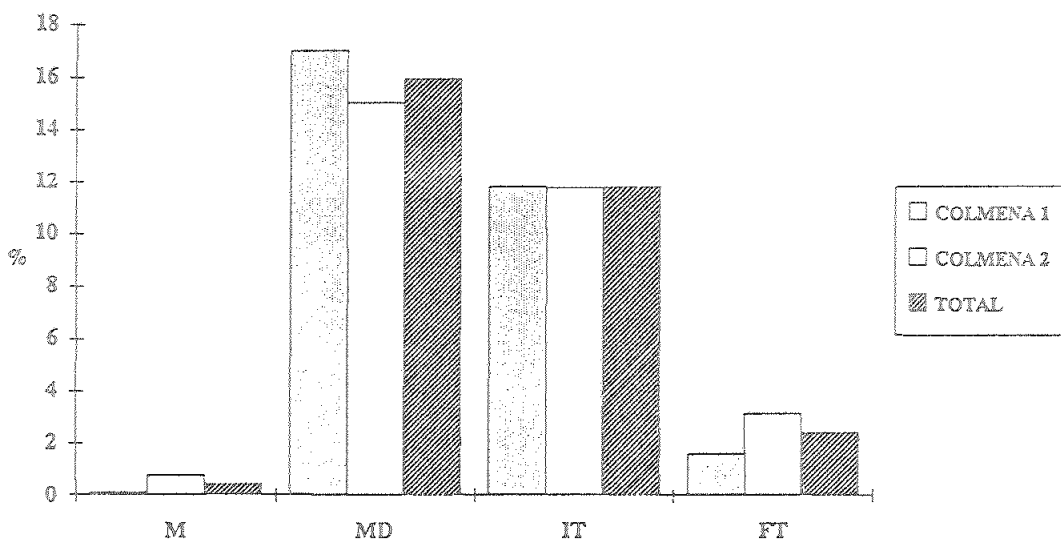
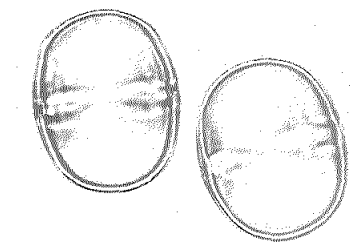


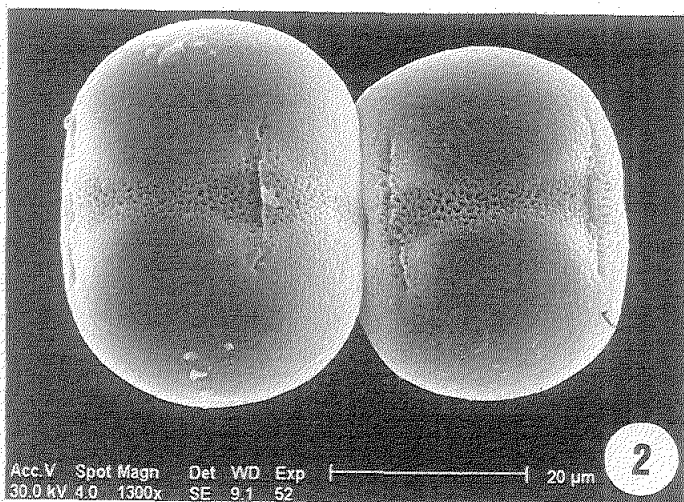
Figura 12. Modelo diario de recogida de cargas de polen en cada una de las colmenas y en el conjunto de ambas. Cada barra representa el porcentaje de cargas de polen recogidas en una hora respecto al número total de cargas acumuladas durante el día completo. M (mañana): 6-9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-19 H.S.

Tipos polínicos	Colmena 1			Colmena 2			T		
	P	N	%	P	N	%	P	N	%
<i>Cistus ladanifer</i> *	29,121	4119	30	46,602	4337	35	75,723	8456	33
<i>Quercus suber</i>	41,605	5154	43	30,580	3643	23	72,185	8797	31
<i>Cistus salvifolius</i>	11,160	1578	11	30,931	3890	23	42,091	5468	18
<i>Anchusa azurea</i>	6,411	1330	7	6,906	1274	5	13,317	2604	6
<i>Cistus albidus</i>	1,070	131	1	9,940	1139	7	11,010	1270	5
<i>Echium plantagineum</i>	3,850	861	4	2,394	407	2	6,244	1268	3
<i>Quercus coccifera</i>	3,966	606	4	0,878	113	<1	4,844	719	2
<i>Pistacia lentiscus</i> *	0,123	17	<1	4,214	583	3	4,337	600	2
<i>Carduus meonanthus</i>	0,096	23	<1	0,689	93	<1	0,785	116	<1
<i>Cytinus hypocistis</i>	0,006	1	<1	0,351	50	<1	0,357	51	<1
<i>Citrus sinensis</i>	0,147	24	<1	0,176	22	<1	0,323	46	<1
<i>Fragaria vesca</i>	–	–	–	0,265	24	<1	0,265	24	<1
<i>Oxalis pes-caprae</i>	0,067	11	<1	–	–	–	0,067	11	<1
Tipo Cytisus	0,037	11	<1	–	–	–	0,037	10	<1
<i>Halimium commutatum</i>	–	–	–	0,054	8	<1	0,054	8	<1
<i>Diplotaxis virgata</i>	0,012	2	<1	0,019	4	<1	0,031	6	<1
<i>Eucalyptus</i> sp.	0,016	5	<1	0,006	3	<1	0,022	8	<1
<i>Reseda lutea</i>	0,006	2	<1	–	–	–	0,006	2	<1
<i>Ornithopus sativus</i>	–	–	–	0,002	1	<1	0,002	1	<1
<i>Crataegus monogyna</i>	–	–	–	0,0004	2	<1	0,0004	2	<1
<b>TOTAL</b>	<b>97,693</b>	<b>13875</b>	<b>100</b>	<b>134,0074</b>	<b>15593</b>	<b>100</b>	<b>231,7004</b>	<b>29468</b>	<b>100</b>

Tabla 5.– Peso en gramos (P), número de cargas (N) y porcentaje respecto al peso total (%) del polen de cada tipo retenido en cada trampilla, y en ambas conjuntamente (T). \*encontrado también en cargas mixtas.

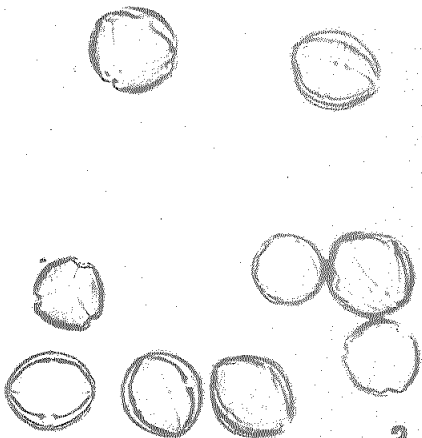


1

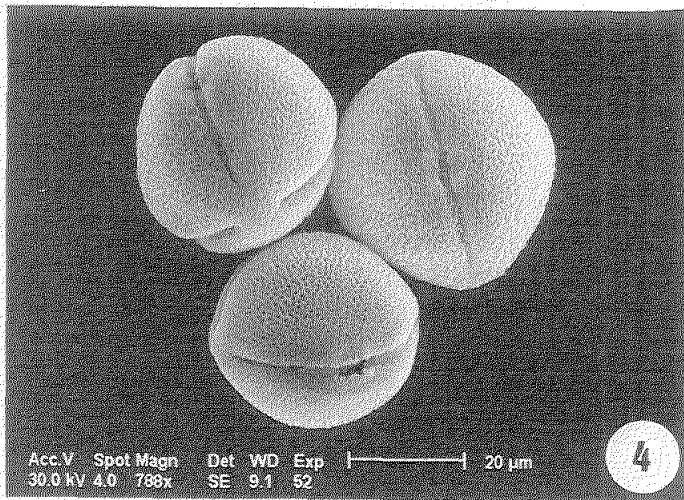


2

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 20 µm  
30.0 kV 4.0 1300x SE 9.1 52

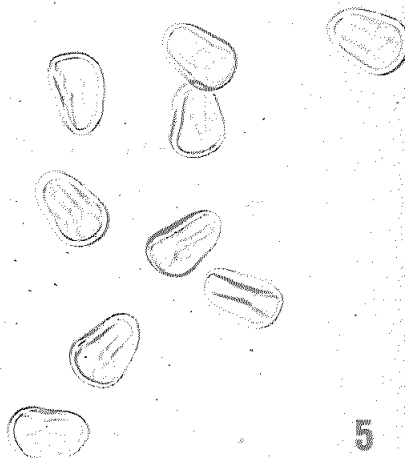


3

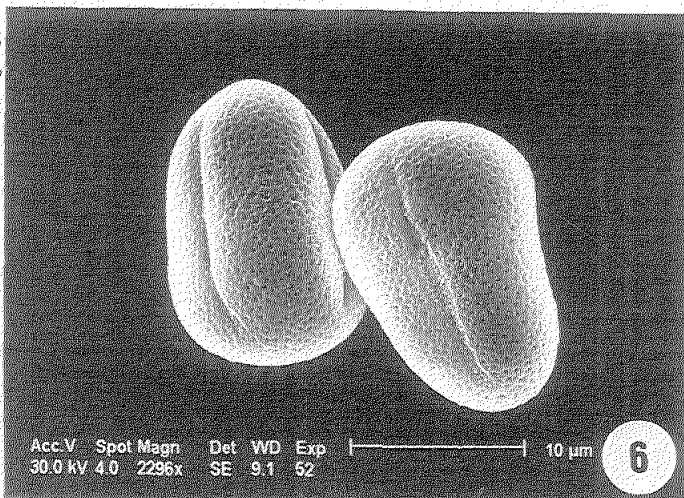


4

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 20 µm  
30.0 kV 4.0 788x SE 9.1 52



5



6

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 10 µm  
30.0 kV 4.0 2296x SE 9.1 52

Lámina IV. Figs. 1 y 2, *Anchusa azurea*. Figs. 3 y 4, *Cistus albidus*. Figs. 5 y 6, *Echium plantagineum*. Escala: Fig. 1, 17 µm; Fig. 3, 35 µm; Fig. 5, 20 µm.

*salvifolius* (Lámina III, figs. 5 y 6), con el 18%, fueron los aportes polínicos más significativos para las dos colmenas, constituyendo el grueso de sus recolecciones. Sin embargo, la importancia relativa de cada uno de éstos varió de una colmena a otra. Por ejemplo, mientras que *Quercus suber* fue el principal aporte polínico para la colmena 1, con el 43% del peso total, para la colmena 2 sólo significó el 23% del total retenido por ésta. Lo contrario ocurrió para *Cistus ladanifer* que aportó a la colmena 2 la mayor cantidad de polen, un 35% del total, mientras que para la colmena 1 sólo representó el 30%. Los otros cinco tipos polínicos que alcanzaron el 1% fueron *Anchusa azurea* (Lámina IV, figs. 1 y 2) (6%), *Cistus albidus* (Lámina IV, figs. 3 y 4) (5%), *Echium plantagineum* (Lámina IV, figs. 5 y 6) (3%), *Quercus coccifera* (2%) y *Pistacia lentiscus* (2%); éstos tuvieron importancia cuantitativa (al menos el 1%) en ambas colmenas, salvo *Quercus coccifera* y *Pistacia lentiscus* que sólo fueron cuantitativamente importantes en una.

Los tipos restantes se encontraron en cantidades inferiores al 1% respecto del total retenido por cada colmena. Entre ellos, *Carduus meoanthus*, *Cytinus hypocistis*, *Citrus sinensis*, *Diplotaxis virgata* y *Eucalyptus* sp. se encontraron en ambas colmenas, mientras que *Fragaria vesca*, *Oxalis pes-caprae*, Tipo *Cytisus* (*Genista triacanthos*, *Cytisus grandiflorus* y *Stauracanthus genistoides*, y menos probablemente *Ulex eriocladus*), *Halimium commutatum*, *Reseda lutea*, *Ornithopus sativus* y *Crataegus monogyna*, sólo aparecieron en una.

En la colmena 1 no se detectó ninguna carga mixta; en la colmena 2 se encontraron tres cargas mixtas que escasamente representaron el 0,02% de todas



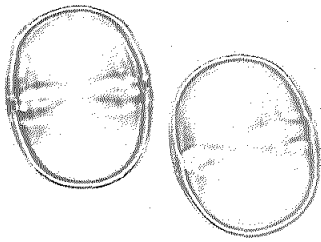
las recogidas por dicha colmena. Estas cargas estuvieron formadas por un 77-82% de granos de polen de *Pistacia lentiscus*, acompañados de *Cistus ladanifer*, y han sido computadas junto a las del tipo dominante.

A nivel de familia, el polen de *Cistaceae* y tras él el de *Fagaceae* fueron los más recolectados en el conjunto de ambas colmenas, con el 56% y 33% respectivamente. En la colmena 2 las Cistaceas fueron, con mucho, el principal recurso polínico (65%), mientras que en la colmena 1 las Fagaceas superaron ligeramente a las primeras (47% y 42% respectivamente).

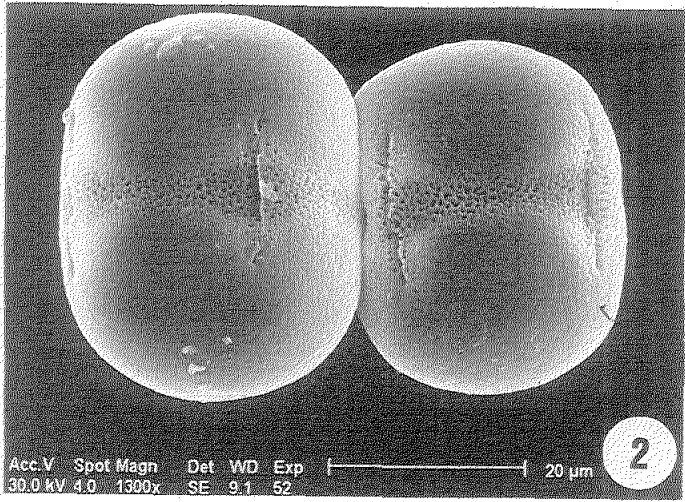
Obviamente, las especies de las que se recogió un peso elevado de polen presentaron un gran número de cargas y viceversa. Sin embargo, la correlación entre estos dos parámetros no es perfecta, debido sin duda a las diferencias de peso de las cargas individuales de cada especie, de las que nos ocuparemos en el apartado 4.2.8. Por ejemplo, en el conjunto de las dos colmenas, *Cistus ladanifer* aportó más cantidad de polen que *Quercus suber*, teniendo este último mayor número de cargas.

#### 4. 2. 3. COLOR DE LAS CARGAS RECOGIDAS

En el momento de su estudio, Primavera-Verano de 1993 (seis años después de su recolección), los tipos de cargas más abundantes, cuyo número se indica entre paréntesis, presentaban las siguientes coloraciones:

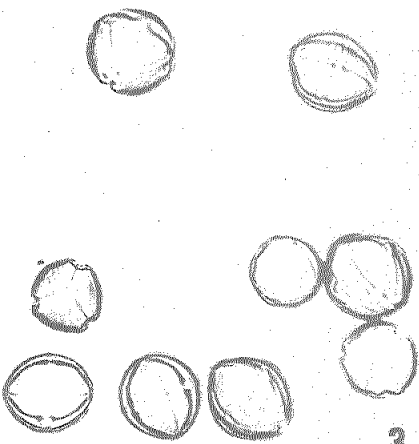


1

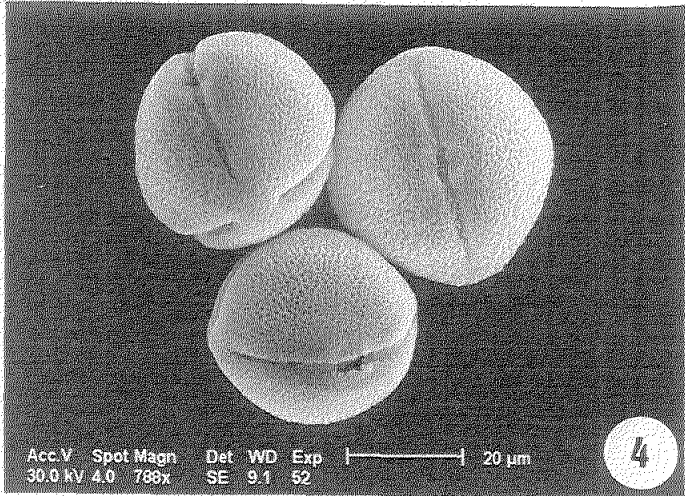


2

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 20 µm  
30.0 kV 4.0 1300x SE 9.1 52

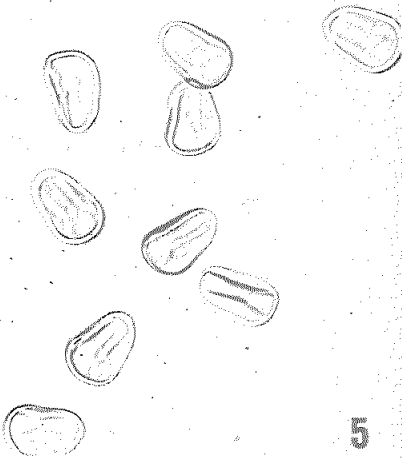


3

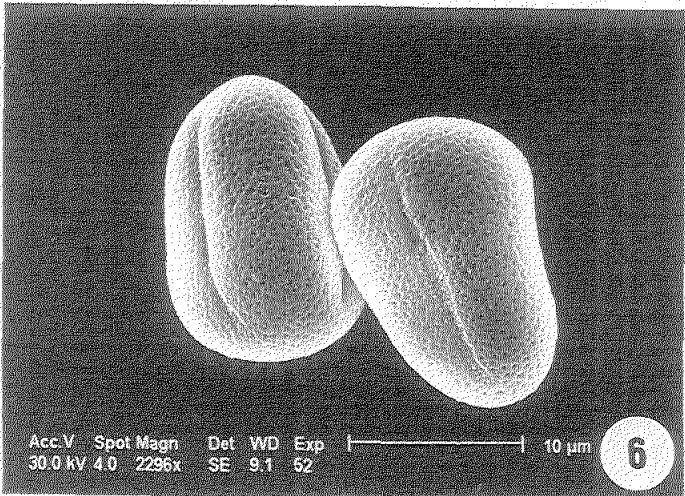


4

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 20 µm  
30.0 kV 4.0 788x SE 9.1 52



5



6

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 10 µm  
30.0 kV 4.0 2296x SE 9.1 52

Lámina IV. Figs. 1 y 2, *Anchusa azurea*. Figs. 3 y 4, *Cistus albidus*. Figs. 5 y 6, *Echium plantagineum*. Escala: Fig. 1, 17 µm; Fig. 3, 35 µm; Fig. 5, 20 µm.

<i>Quercus suber</i> (8797).....	Amarillo
<i>Cistus ladanifer</i> (8546).....	Amarillo ligeramente anaranjado
<i>Cistus salvifolius</i> (5468).....	Amarillo ligeramente blanquecino
<i>Anchusa azurea</i> (2604).....	Naranja claro/Naranja intenso
<i>Cistus albidus</i> (1270).....	Amarillo blanquecino
<i>Echium plantagineum</i> (1268).....	Violeta
<i>Quercus coccifera</i> (719).....	Amarillo pardo
<i>Pistacia lentiscus</i> (600).....	Amarillo pardo verdoso

Como se observa el color predominante es el amarillo con distintas tonalidades (*Quercus suber*, *Cistus ladanifer*, *Cistus salvifolius*, *Cistus albidus*, *Quercus coccifera* y *Pistacia lentiscus*). El color naranja (*Anchusa azurea*) y el violeta (*Echium plantagineum*) fueron bastante menos abundantes. Las cargas de *Anchusa azurea* recogidas en el mediodía presentaron una tonalidad clara de naranja, visiblemente distinta del naranja intenso de las recogidas en los intervalos de la tarde, observándose este fenómeno en ambas colmenas.

Además se encontraron cargas de color marrón rojizo (*Carduus meonanthus*, 116 cargas) y marfil (*Cytinus hypocistis*, 51 cargas) cuantitativamente poco significativas.

#### 4.2.4. VARIACIÓN DIARIA DE LA DIVERSIDAD DEL POLEN RECOGIDO

En la Tabla 6 se muestran los tipos polínicos utilizados por cada colmena en cada intervalo horario con las cantidades recogidas en cada caso.

Se observa que el número de recursos polínicos utilizados por *Apis mellifera* varió a lo largo del día, como muestra gráficamente la Figura 13. Para el conjunto de las dos colmenas, durante la mañana sólo fueron 8 los tipos polínicos recolectados, aumentando a 16 y 18 en los dos intervalos centrales, mediodía e inicio de la tarde respectivamente; a última hora volvió a disminuir a 11. La colmena 2 recolectó mayor número de recursos que la colmena 1 en los intervalos extremos, sobre todo en el final de la tarde, mientras que en el inicio de la misma el número de fuentes visitadas fue similar en ambas y en el mediodía el de la colmena 1 superó en uno al de la colmena 2.

La variación diaria de la diversidad del polen recogido por cada colmena y por ambas conjuntamente se presenta en la Figura 14. En la colmena 1 esta variación fue escasa, dándose la diversidad más alta en el mediodía y el inicio de la tarde y la más baja en la mañana. En la colmena 2 la variación de la diversidad fue notablemente mayor; su valor mínimo se dio también en la mañana siendo apreciablemente menor que el de la colmena 1 en este intervalo; en el resto de los intervalos, sin embargo, la colmena 2 presentó mayor diversidad que la 1. En la

TIPOS POLÍNICOS	INTERVALOS HORARIOS							
	M		MD		IT		FT	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
<i>Cistus ladanifer</i>	0,077	0,301	19,548	29,869	9,357	15,471	0,139	0,961
<i>Quercus suber</i>	0,007	0,144	26,223	18,506	15,375	8,919	—	3,011
<i>Cistus salvifolius</i>	0,019	0,007	5,200	16,000	4,226	10,598	1,715	4,326
<i>Anchusa azurea</i>	—	—	2,920	2,604	3,071	3,658	0,420	0,644
<i>Cistus albidus</i>	0,103	2,366	0,920	6,184	0,047	1,390	—	—
<i>Echium plantagineum</i>	—	—	2,309	1,008	1,114	0,845	0,427	0,541
<i>Quercus coccifera</i>	0,011	—	2,801	0,231	0,757	0,462	0,397	0,185
<i>Pistacia lentiscus</i>	—	0,192	0,078	1,659	0,045	1,352	—	1,011
<i>Carduus meoanthus</i>	—	—	0,006	0,094	0,047	0,321	0,043	0,274
<i>Cytinus hypocistis</i>	—	—	0,006	0,184	—	0,102	—	0,065
<i>Citrus sinensis</i>	—	—	—	0,037	0,147	0,122	—	0,017
<i>Fragaria vesca</i>	—	—	—	0,089	—	0,142	—	0,034
<i>Oxalis pes-caprae</i>	—	—	0,054	—	0,013	—	—	—
Tipo Cytisus	—	—	0,033	—	0,004	—	—	—
<i>Halimium commutatum</i>	—	0,054	—	—	—	—	—	—
<i>Diploaxis virgata</i>	—	—	0,004	0,019	0,008	—	—	—
<i>Eucalyptus</i> sp.	—	0,006	0,016	—	—	—	—	—
<i>Reseda lutea</i>	—	—	—	—	0,006	—	—	—
<i>Ornithopus sativus</i>	—	—	—	—	—	0,002	—	—
<i>Crataegus monogyna</i>	—	—	—	—	—	0,0004	—	—

Tabla 6.—Peso en gramos del polen de cada tipo retenido en cada colmena (C1 y C2) y en cada intervalo. M (mañana): 6–9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30–13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13–16 H.S.; FT (final de la tarde): 16–19 H.S.

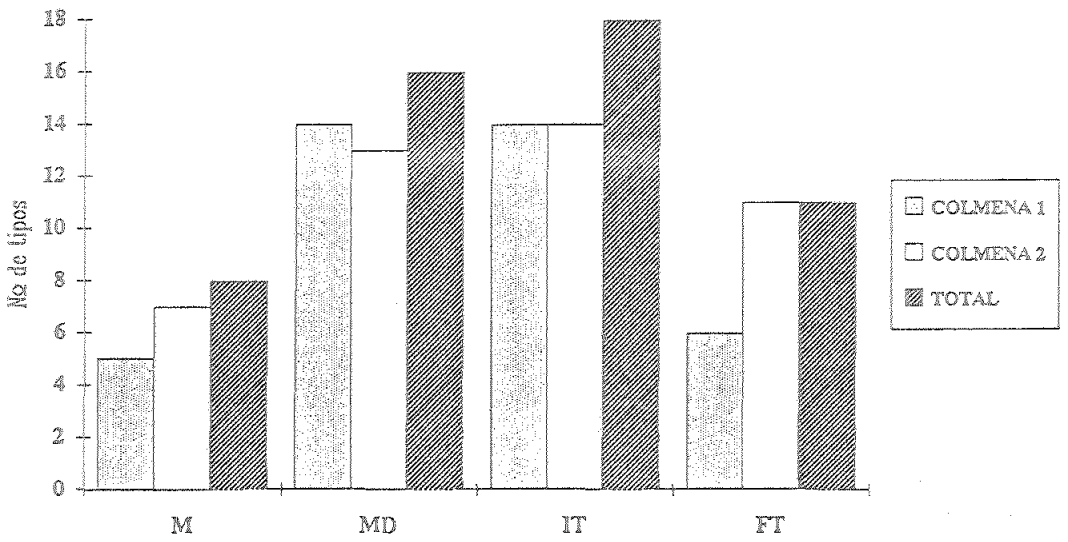


Figura 13. Variación del número de recursos polínicos utilizados por cada colmena y por el conjunto de ambas. M (mañana): 6-9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-19 H.S.

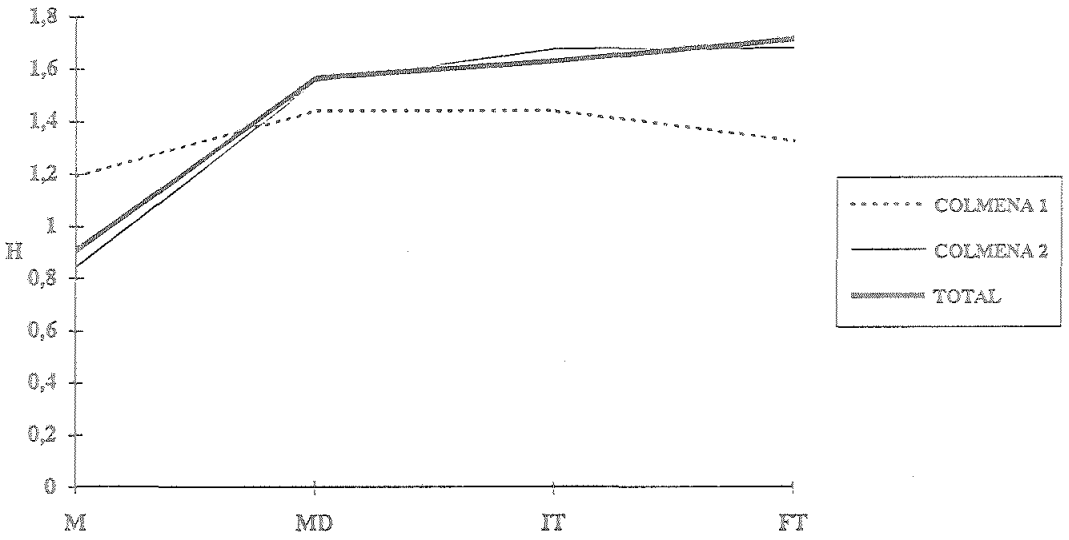


Figura 14. Diversidad del polen recogido de cada colmena y del conjunto de ambas en cada intervalo, usando el índice Shannon-Weaver (H). M (mañana): 6-9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-19 H.S.

colmena 2 la diversidad aumentó considerablemente de la mañana al mediodía, y levemente del mediodía al inicio de la tarde, manteniéndose hasta el final de la misma. Considerando las dos colmenas conjuntamente, la variación de la diversidad es parecida a la de la colmena 2.

En la Figura 15 se muestra como varió a lo largo del día la uniformidad de uso de los recursos explotados en cada colmena y en el conjunto de ambas. La colmena 1 presentó los valores más elevados en los intervalos extremos, mañana y final de la tarde, y los más bajos en el mediodía e inicio de la tarde. En la colmena 2, en cambio, este parámetro aumentó de modo casi lineal desde la mañana al final de la tarde, siendo este incremento un poco más acusado entre los dos primeros intervalos. Considerando ambas colmenas en conjunto, la uniformidad de uso de los recursos aumentó de la mañana al final de la tarde, con un estancamiento entre el mediodía y el inicio de la tarde.

#### 4. 2. 5. MODELO DIARIO DE RECOGIDA DE POLEN DE CADA TIPO EN CADA COLMENA

Los modelos diarios de recogida de polen de los distintos tipos polínicos para cada una de las colmenas se recogen en la Figura 16. El comportamiento de ambas colmenas con respecto a cada fuente polínica fue relativamente similar para los recursos más importantes, mostrando mayor disparidad para algunos de los usados en menor medida. En el caso de *Cistus ladanifer* (A) y *Anchusa azurea* (D)



el comportamiento de las dos colmenas fue parecido a lo largo del día. Las dos colmenas obtuvieron la máxima recolección de *Quercus suber* (B) a mediodía, disminuyendo al inicio de la tarde; pero mientras la colmena 2 continuó la recolección al final de la tarde, la colmena 1 la interrumpió. La recogida de polen de *Cistus salvifolius* (C) se centró en los intervalos del mediodía e inicio de la tarde, pero la colmena 1 mantuvo el mismo grado de recolección en ambos intervalos, mientras que la colmena 2 lo disminuyó en el segundo. Ambas colmenas presentaron el mismo patrón de recolección para *Cistus albidus* (E), pero mientras la colmena 2 recolectó cantidades apreciables, sobre todo al mediodía, la colmena 1 tuvo una recogida mucho menos significativa. El polen de *Echium plantagineum* (F) fue recogido por ambas colmenas a partir del mediodía y a lo largo de los tres intervalos; pero mientras la colmena 1 lo recogió en cantidades apreciables al mediodía y luego fue disminuyendo, la colmena 2 lo recolectó en cantidades más pequeñas y más parecidas en los tres intervalos. Ninguna de las dos colmenas recogió polen de *Quercus coccifera* (G) durante la mañana pero sí en los otros tres intervalos; no obstante fue explotado de un modo distinto por cada colmena; la colmena 2 lo hizo de forma poco significativa, con la recogida más fuerte al inicio de la tarde, mientras que la colmena 1 lo recogió fundamentalmente al mediodía. En ambas colmenas los valores más altos en la recogida de polen de *Pistacia lentiscus* (H) fueron los del mediodía e inicio de la tarde, si bien la recolección de la colmena 1 estuvo restringida a estos dos intervalos y fue mucho menor que la de la colmena 2.

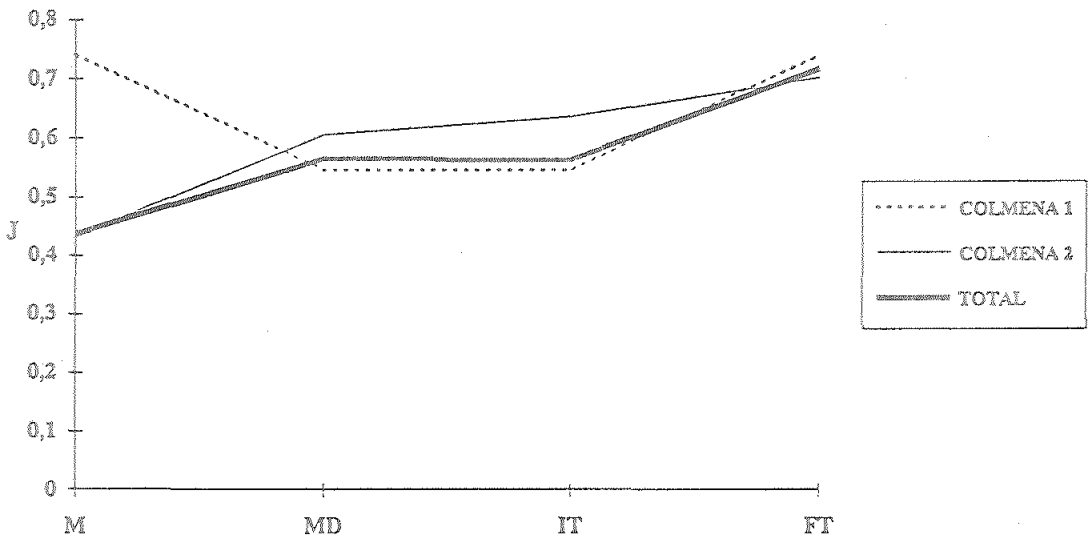
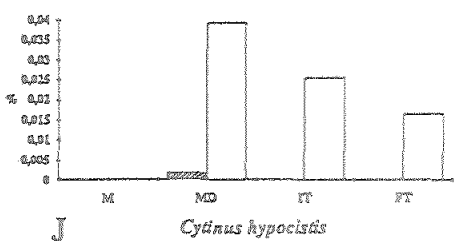
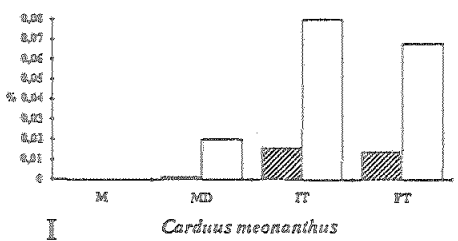
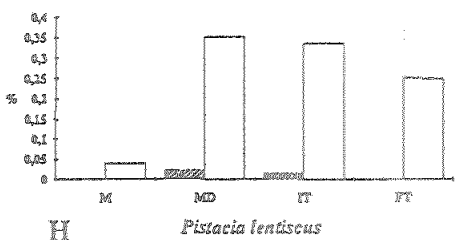
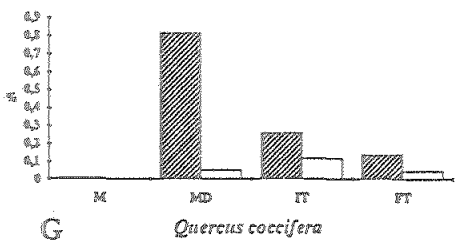
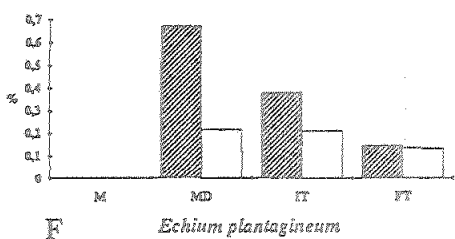
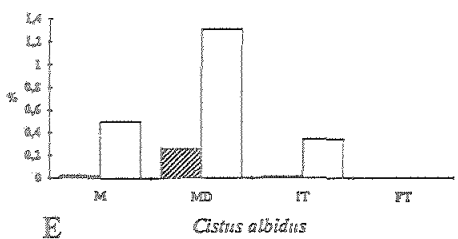
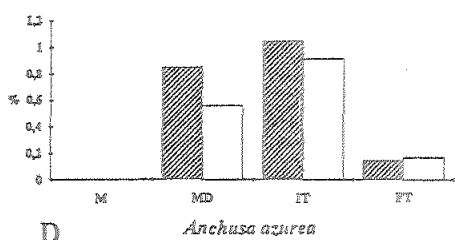
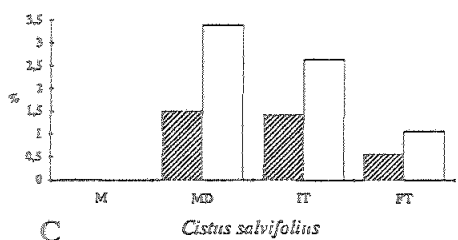
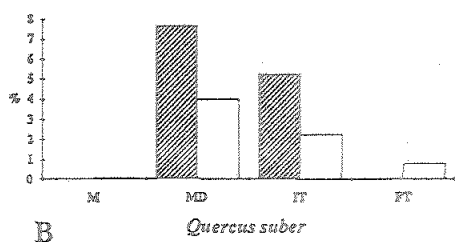
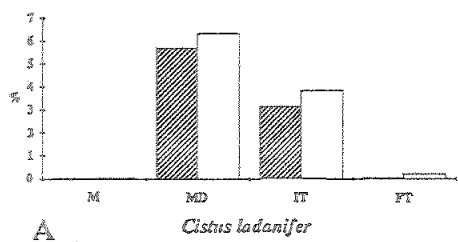
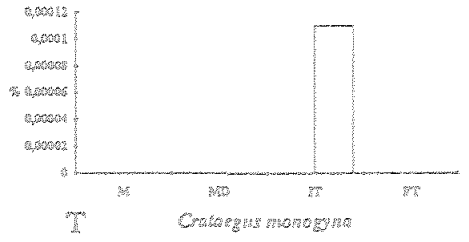
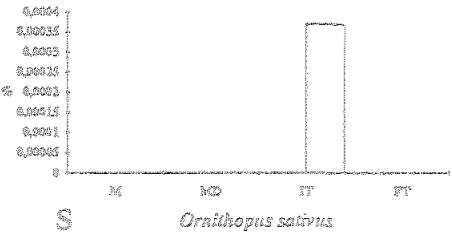
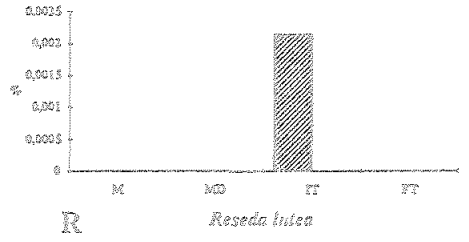
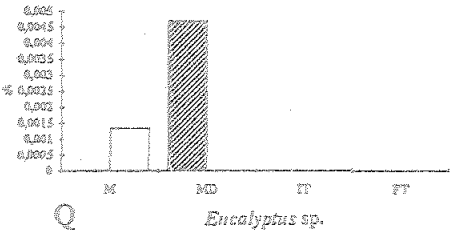
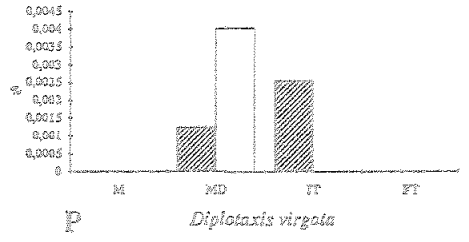
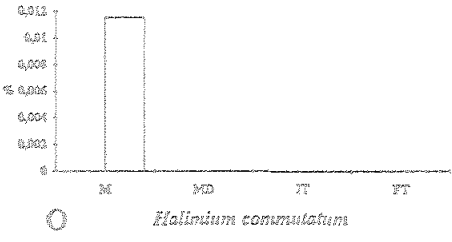
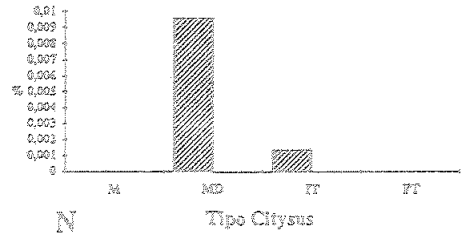
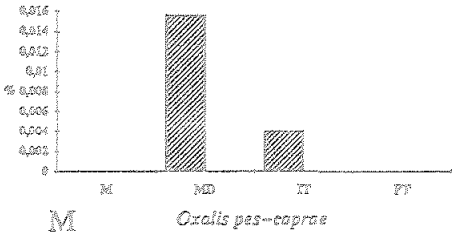
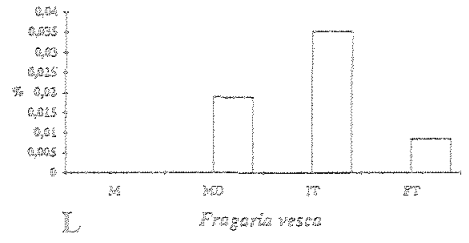
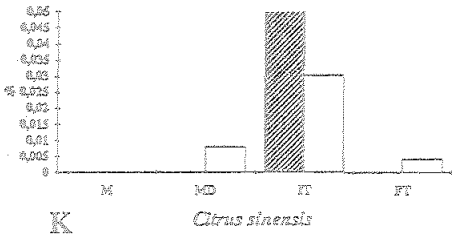


Figura 15. Uniformidad de uso de los recursos polínicos explotados en cada intervalo por cada colmena y por el conjunto de ambas utilizando el índice de Pielou (J). M (mañana): 6-9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-19 H.S.

Figura 16. Modelos diarios de recogida de polen de los diversos tipos en cada una de las colmenas. Cada barra muestra, para la colmena, el tipo polínico y el intervalo horario indicados, qué porcentaje, del total recogido por esa colmena en el día, representa el peso de polen de ese tipo retenido en la trampilla durante una hora. M (mañana): 6-9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-19 H.S.; Barra rayada: colmena 1; Barra blanca: colmena 2.





Entre los tipos menos recolectados encontramos casos de gran similitud en los patrones de recogida de ambas colmenas, como el de *Carduus meonanthus* (I), pero también se encuentran los casos de mayor disparidad, como los de *Diplotaxis virgata* (P) y *Eucalyptus* sp. (Q).

#### 4.2.6. MODELO DIARIO GLOBAL DE RECOGIDA DE POLEN DE CADA TIPO

De igual forma que se hizo para el mes de marzo, las muestras de polen de las dos colmenas se han unido en este apartado y en los dos siguientes (4.2.7. y 4.2.8.); de esta forma se muestra la actividad global de nuestra población de abejas.

La Figura 17 presenta la evolución de las tasas de recogida, en gramos por hora, de los distintos tipos polínicos en los diferentes intervalos horarios, mostrando el patrón diario global de recogida de polen de cada tipo. Cada recurso presentó un patrón de recolección diferente, aunque predominaron, sobre todo entre los tipos recolectados más abundantemente, los casos en los que la recogida más intensa ocurrió al mediodía. Las recolecciones de cargas de las especies de *Cistus* (Gráfico A; CL, CS y CA) y *Quercus* (Gráfico A; QS y QS) estuvieron centradas en el intervalo del mediodía, consiguiéndose en este periodo las tasas más elevadas de cada uno de estos tipos y mostrando picos claramente definidos; más tarde, entre las 13–16 H.S. (IT), disminuyó la retención de estos tipos, más acusadamente para *Cistus albidus* (Gráfico A, CA) que además la interrumpió al

final de la tarde. El resto de los tipos polínicos incluidos en estos dos géneros tuvieron, a diferencia del anterior, tasas de recolección prácticamente insignificantes o nulas durante la mañana, pero en ellos la actividad se mantuvo en el final de la tarde. En contraste con los recursos anteriores la tasa de recogida de *Anchusa azurea* (Gráfico A, AA) tuvo el máximo desplazado al inicio de la tarde y careció de recogida durante la mañana. El polen de *Echium plantagineum* (Gráfico A, EP) no se retuvo durante la mañana, siendo al mediodía cuando se alcanzó el máximo valor en su recolección, para disminuir paulatinamente hasta final de la tarde. Por último, la entrada de cargas de *Pistacia lentiscus* (Gráfico A, PL) fue escasa en la mañana, alcanzó el nivel más alto durante el mediodía y disminuyó, progresiva pero ligeramente, en los intervalos posteriores.

Los restantes recursos polínicos fueron de menor importancia y sus patrones de recogida fueron dispares. No obstante, salvo en el caso de *Halimium commutatum* (Gráfico C, HC) cuya recogida estuvo restringida a la mañana el máximo de recolección se registró en el mediodía o en el inicio de la tarde.

#### 4.2.7. VARIACIÓN DIARIA DE LA IMPORTANCIA RELATIVA DE CADA FUENTE DE POLEN

La importancia relativa en cada intervalo de cada una de las fuentes polínicas utilizadas por nuestras abejas se muestra en la Figura 18. Casi todo el polen recogido durante la mañana (75% del peso) fue de *Cistus albidus* (CA),

Figura 17. Variación diaria de las tasas de recogida de polen en gramos por hora (g/h) de cada tipo en el conjunto de las dos colmenas. M (mañana): 6-9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-19 H.S. \*

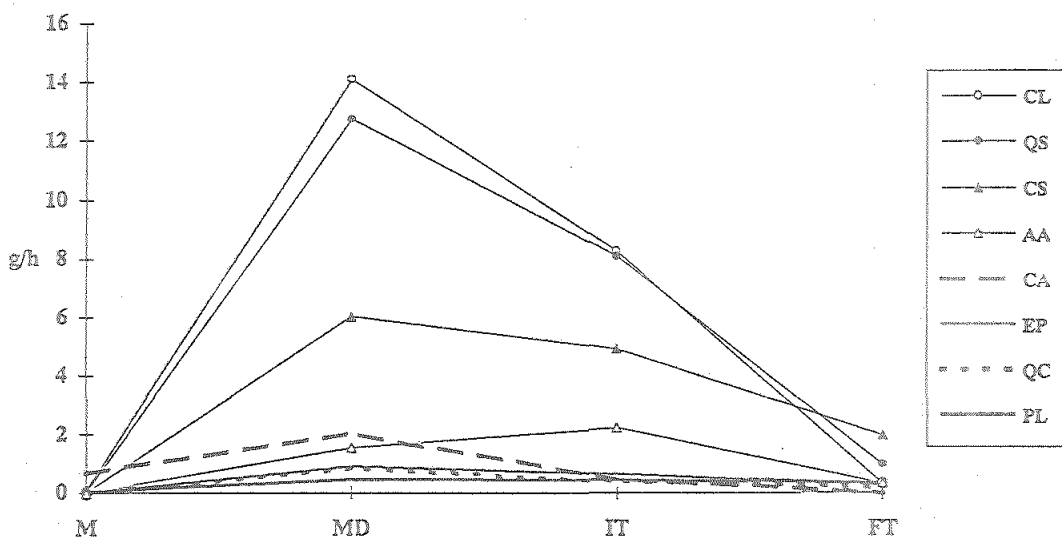


Gráfico A. \* CL, *Cistus ladanifer*; QS, *Quercus suber*; CS, *Cistus salvifolius*; AA, *Anchusa azurea*; CA, *Cistus albidus*; EP, *Echium plantagineum*; QC, *Quercus coccifera*; PL, *Pistacia lentiscus*.

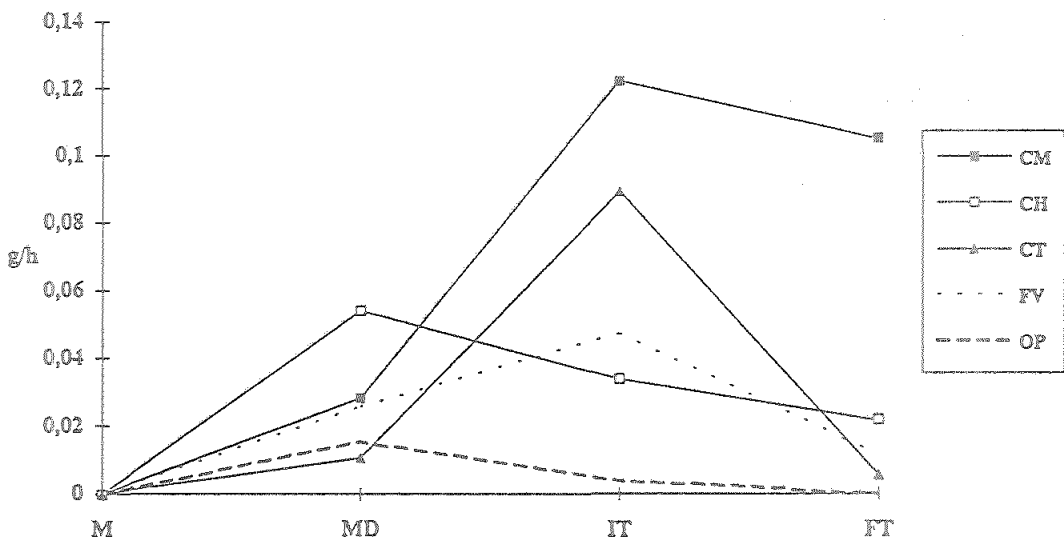


Gráfico B. \* CM, *Carduus meoanthus*; CH, *Cytinus hypocistis*; CT, *Citrus sinensis*; FV, *Fragaria vesca*; OP, *Oxalis pes-caprae*.

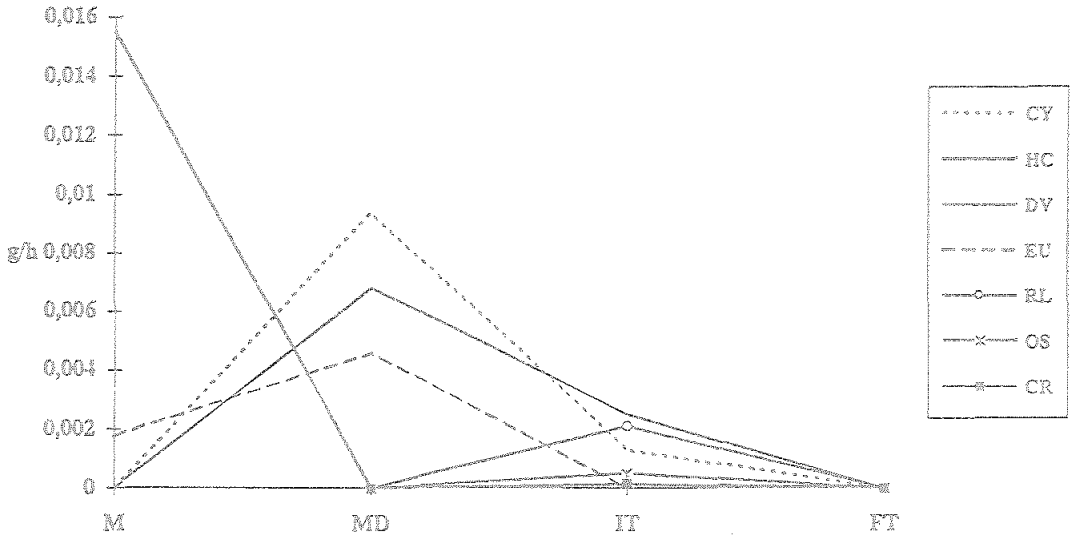
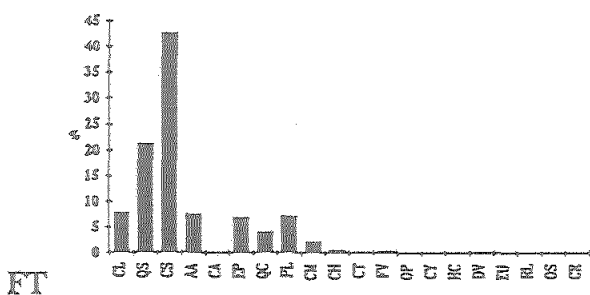
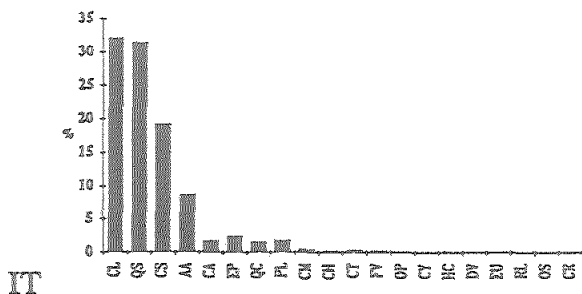
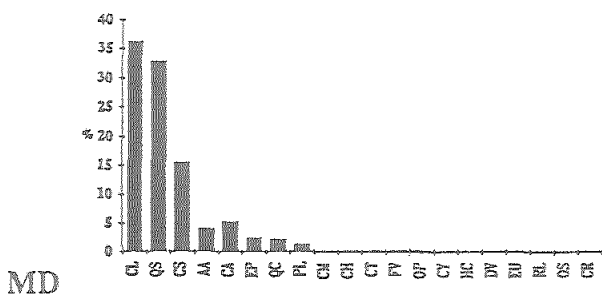
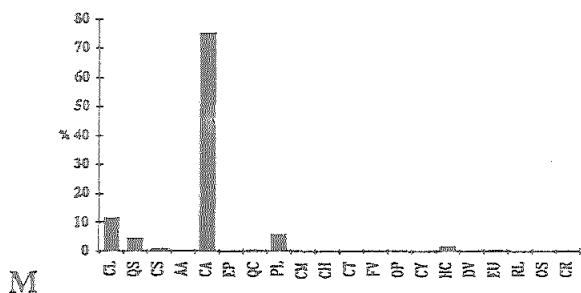


Gráfico C. \* CY, Tipo Cytisus; HC, *Halimium commutatum*; DV, *Diplotaxis virgata*; EU, *Eucalyptus* sp.; RL, *Reseda lutea*; OS, *Ornithopus sativus*; CR, *Crataegus monogyna*.



Figura 18. Relación porcentual entre el peso de cada tipo polínico en cada intervalo horario y el peso de todo el polen recogido en el mismo intervalo, considerando las dos colmenas conjuntamente. M (mañana): 6-9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-19 H.S.; CL, *Cistus ladanifer*; QS, *Quercus suber*; CS, *Cistus salvifolius*; AA, *Anchusa azurea*; CA, *Cistus albidus*; EP, *Echium plantagineum*; QC, *Quercus coccifera*; PL, *Pistacia lentiscus*; CM, *Carduus meoanthus*; CH, *Cytinus hypocistis*; CT, *Citrus sinensis*; FV, *Fragaria vesca*; OP, *Oxalis pes-caprae*; CY, Tipo Cytisus; HC, *Halimium commutatum*; DV, *Diplotaxis virgata*; EU, *Eucalyptus* sp.; RL, *Reseda lutea*; OS, *Ornithopus sativus*; CR, *Crataegus monogyna*.



seguido del polen de *Cistus ladanifer* (CL) con alrededor del 11%. También fueron significativos en este intervalo *Pistacia lentiscus* (PL) (más del 5%), *Quercus suber* (QS) (más del 4%) y *Halimium commutatum* (HC) (más del 1%). *Cistus albidus* (CA) y *Halimium commutatum* (HC) presentaron en este intervalo su mayor importancia relativa.

Al mediodía la importancia de *Cistus albidus* (CA) descendió bruscamente hasta aproximadamente el 5%; también descendió, aunque no tan acusadamente, la importancia de *Pistacia lentiscus* (PL) (más del 1%). En este intervalo destacaron *Cistus ladanifer* (CL) y *Quercus suber* (QS), al suministrar a las colmenas el 36% y 33% respectivamente del total recolectado, alcanzando sus máximos de importancia relativa. También fueron recursos significativos *Cistus salvifolius* (CS) (más del 15%), *Anchusa azurea* (AA) (4%) y *Echium plantagineum* (EP) y *Quercus coccifera* (QC) (más del 2% cada uno).

En el inicio de la tarde, *Cistus ladanifer* (CL) y *Quercus suber* (QS) concentraron el 62% de la recolección, con aproximadamente el 31% cada uno. Otros recursos polínicos significativos en este intervalo fueron *Cistus salvifolius* (CS) (19%) seguido de *Anchusa azurea* (AA) (9%). Para esta última especie éste fue el intervalo en el que alcanzó mayor importancia relativa. Además, *Cistus albidus* (CA), *Echium plantagineum* (EP), *Quercus coccifera* (QC) y *Pistacia lentiscus* (PL) superaron el 1% de lo recolectado en dicho intervalo.

Por último, en el final de la tarde, *Quercus suber* (QS) (21%) y *Cistus ladanifer* (CL) (8%) fueron ampliamente superados por *Cistus salvifolius* (CS) que alcanzó su máxima importancia relativa en este intervalo con aproximadamente el 43%. También fueron significativos *Anchusa azurea* (AA), *Pistacia lentiscus* (PL) y *Echium plantagineum* (EP) (con aproximadamente el 7% cada uno), *Quercus coccifera* (QC) (4%) y *Carduus meoanthus* (CM) (2%); salvo el primero, estos tipos alcanzaron su mayor importancia relativa precisamente en este intervalo.

El resto de los tipos polínicos recogidos por nuestras colmenas no alcanzaron el 1% de importancia relativa en ninguno de los intervalos considerados. Además, fueron bastante heterogéneos en cuanto a en qué intervalo alcanzaron su mayor importancia relativa.

#### 4.2.8. EVOLUCIÓN DIARIA DEL PESO DE UNA CARGA

El peso medio de una carga de las recogidas por ambas colmenas durante todo el día de muestreo fue de 7,86 mg. Para la colmena 2 este valor fue algo superior al de la colmena 1, con 8,60 y 7,00 mg respectivamente.

La Tabla 7 refleja las enormes diferencias entre los pesos medios de las cargas de los distintos tipos polínicos. Las cargas más pesadas fueron las de *Fragaria vesca* (11,06 mg) con un peso cuarenta y ocho veces superior al de *Crataegus monogyna* (0,23 mg), que fueron las más ligeras.

TIPOS POLÍNICOS	INTERVALOS HORARIOS				
	M	MD	IT	FT	T
<i>Fragaria vesca</i> *	—	12,75	10,93	8,51	11,06
<i>Cistus ladanifer</i> *	5,73	9,43	8,24	8,03	8,95
<i>Cistus albidus</i> *	8,17	8,88	8,56	—	8,67
<i>Quercus suber</i>	4,45	8,60	7,65	7,88	8,21
<i>Cistus salvifolius</i> *	4,23	7,60	7,92	7,55	7,70
<i>Pistacia lentiscus</i>	9,57	7,09	6,98	7,49	7,22
<i>Citrus sinensis</i> *	—	6,26	7,05	8,37	7,01
<i>Cytinus hypocistis</i> *	—	6,54	7,83	7,26	7,00
<i>Halimium commutatum</i>	6,77	—	—	—	6,77
<i>Carduus meoanthus</i> *	—	5,23	7,20	6,86	6,74
<i>Quercus coccifera</i>	2,19	7,68	7,05	3,99	6,74
<i>Oxalis pes-caprae</i> *	—	5,93	5,87	—	5,92
<i>Anchusa azurea</i> *	—	5,20	5,16	4,47	5,11
<i>Diplotaxis virgata</i> *	—	4,66	7,53	—	4,95
<i>Echium plantagineum</i> *	—	5,23	4,81	4,26	4,92
Tipo Cytisus	—	3,28	4,12	—	3,36
<i>Reseda lutea</i> *	—	—	3,17	—	3,18
<i>Eucalyptus</i> sp.*	2,09	3,22	—	—	2,79
<i>Ornithopus sativus</i> *	—	—	1,52	—	1,52
<i>Crataegus monogyna</i> *	—	—	0,23	—	0,23
TOTAL	7,40	8,30	7,43	6,68	7,86

Tabla 7.— Peso medio en mg de una carga de polen de cada tipo en cada uno de los intervalos horarios. M (mañana): 6–9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30–13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13–16 H.S.; FT (final de la tarde): 16–19 H.S.; T (todo el día). \* Taxones productores de néctar.



Se ha comprobado si el peso medio de una carga de cada tipo estuvo correlacionado con el número total de cargas recogidas del mismo o con el volumen de uno de sus granos de polen; en ambos casos se ha encontrado una ligera correlación positiva, si bien ésta no fue significativa. Por otra parte, las cargas de polen de los taxones productores de néctar (Tabla 7) resultaron un poco más ligeras ( $\bar{x} \pm e.t. = 5,72 \pm 2,93$ ;  $n=15$ ) que las de aquéllos exclusivamente poliníferos ( $\bar{x} \pm e.t. = 6,46 \pm 1,83$ ;  $n=5$ ), pero esta diferencia tampoco fue significativa. El carácter nectarífero o no de los taxones se ha comprobado bibliográficamente (Rita, 1983; Crane y col., 1984; Ortega Sada, 1987 y Talavera y col., 1988 entre otros).

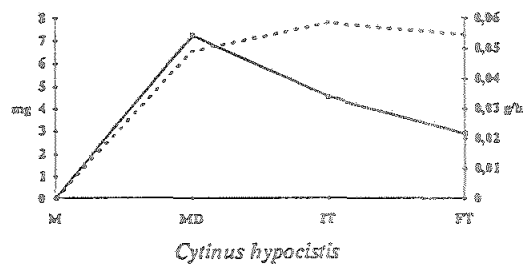
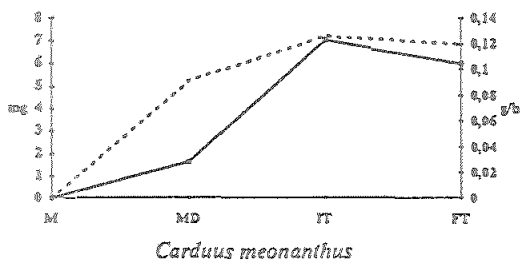
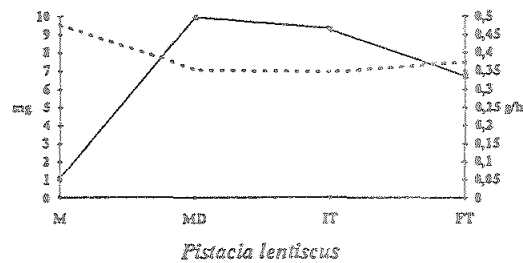
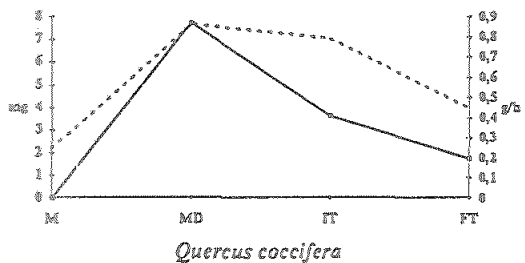
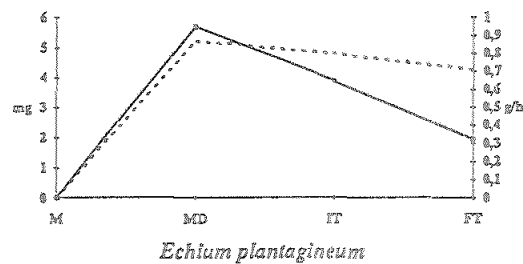
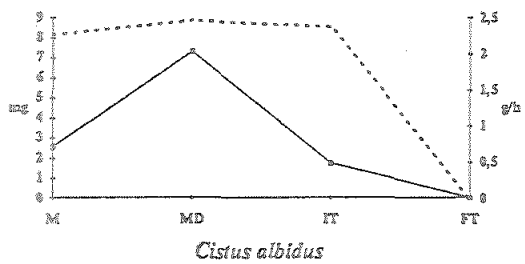
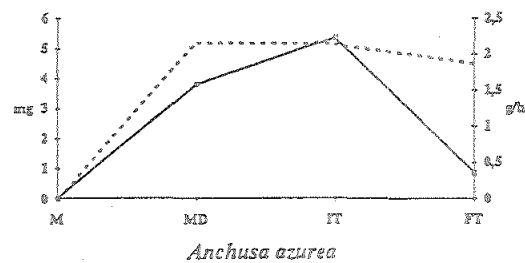
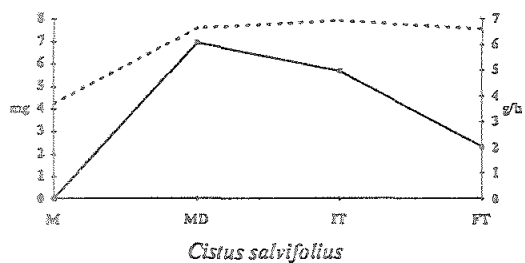
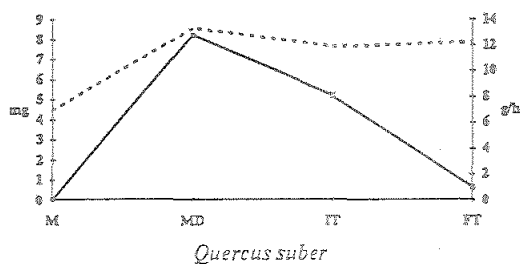
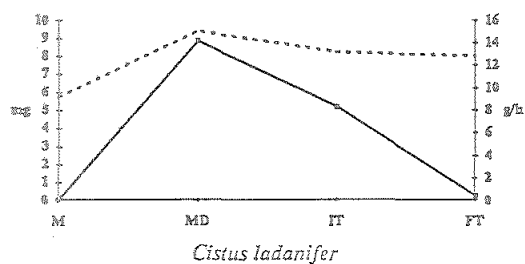
Se observaron, además, diferencias en los pesos medios de las cargas recogidas en los distintos intervalos. Las cargas más pesadas (8,30 mg) se recogieron en el mediodía y las más ligeras (6,68 mg) en el final de la tarde; las cargas de la mañana y el inicio de la tarde presentaron valores muy parecidos entre sí e intermedios entre los anteriores (7,40 y 7,43 mg respectivamente).

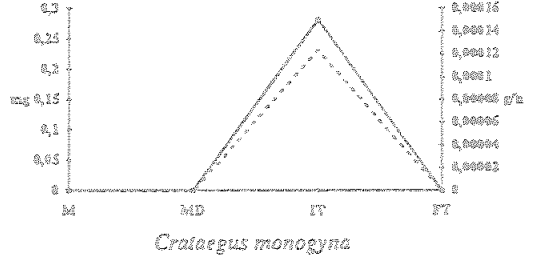
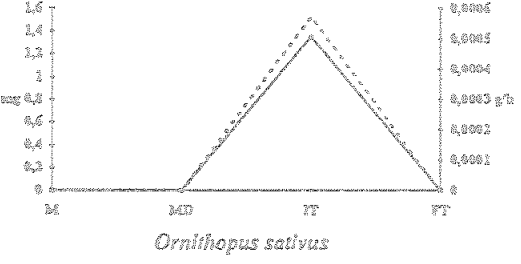
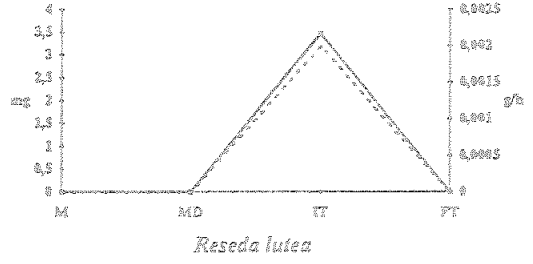
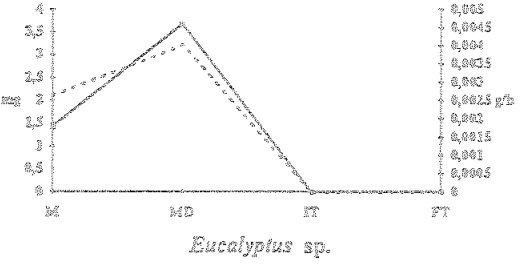
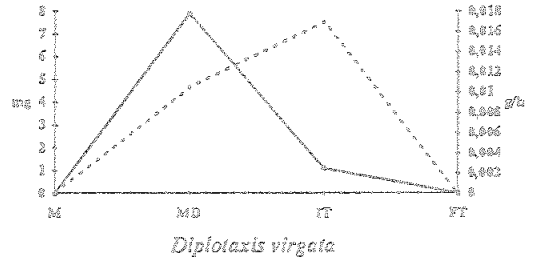
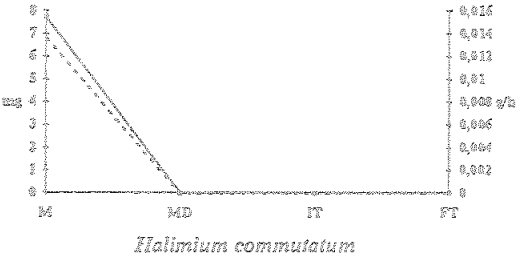
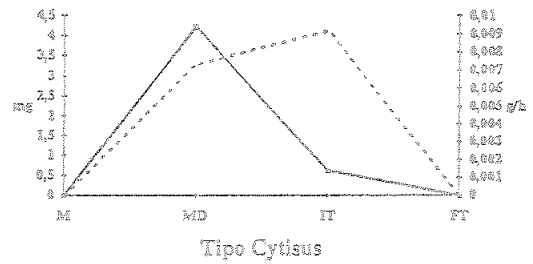
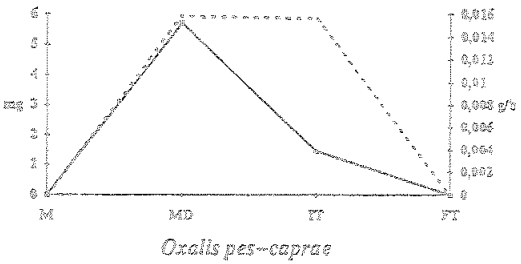
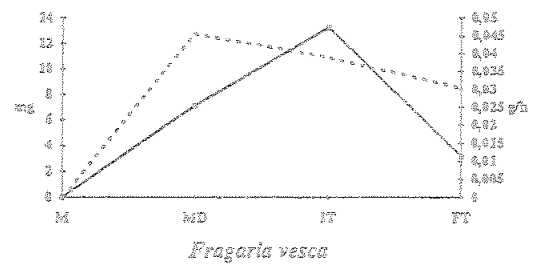
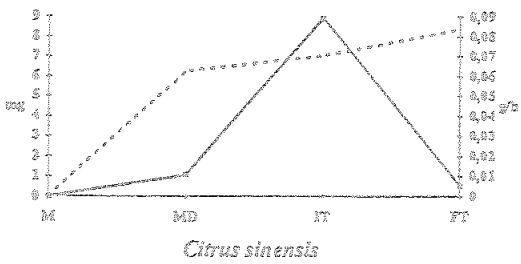
Cada fuente presentó un patrón de variación del peso medio de las cargas diferente, predominando los casos en que las cargas más pesadas se recogieron en el mediodía. Así ocurrió, por ejemplo, con *Cistus ladanifer*, *C. albidus*, *Quercus suber* y *Q. coccifera*. También fueron frecuentes los casos en que las cargas más pesadas se retuvieron en el inicio de la tarde (*Cistus salvifolius* y *Carduus meoanthus*, por ejemplo). No obstante, las cargas más pesadas de *Pistacia lentiscus* se recogieron en la mañana y las de *Citrus sinensis* en el final de la tarde.

Por otra parte, el rango de variación del peso medio de una carga a lo largo del día fue muy distinto según las fuentes polínicas. El rango más amplio fue el de *Quercus coccifera*, cuyas cargas de la mañana pesaron un 73% menos que las de mediodía. Así mismo, las cargas más ligeras de *Quercus suber* y *Cistus salvifolius* pesaron sólo un poco más de la mitad que sus respectivas más pesadas. En el extremo opuesto, las cargas más ligeras de *Oxalis pes-caprae* pesaron sólo un 2% menos que las más pesadas; en *Cistus albidus* esta diferencia fue un poco mayor, el 8%.

En la Figura 19 se presentan conjuntamente la variación del peso medio de una carga de cada tipo a lo largo del día y la de la tasa de recogida de los mismos. Para comprobar si existe correlación entre estos dos parámetros, en cada tipo se han igualado a 1 los valores más altos de ambos parámetros y se han dado valores proporcionales a los restantes, no considerando aquellos tipos recolectados en un solo intervalo. Entre estos dos grupos de valores se ha encontrado una correlación positiva significativa ( $r=0,384$ ;  $p<0,01$ ).

Figura 19. Variación del peso medio en mg de una carga de polen (línea discontinua) y de la tasa de recogida en g/h (línea continua) de cada tipo polínico en cada uno de los intervalos horarios. M (mañana): 6-9:30 hora solar (H.S.); MD (mediodía): 9:30-13 H.S.; IT (inicio de la tarde): 13-16 H.S.; FT (final de la tarde): 16-19 H.S.









## 5. DISCUSIÓN

La cantidad de polen recogida por la trampilla de la colmena 1 durante todo el día de muestreo del mes de Marzo fue superior a la de la colmena 2; sin embargo para el muestreo del mes de Abril la colmena 1 recogió menos polen que la colmena 2. Las dos colmenas han estado instaladas juntas, lo que significa que han estado sometidas a las mismas condiciones de pecoreo y a su vez han disfrutado de los mismos recursos polínicos. Por tanto, las diferencias observadas deben ser consecuencia de factores internos que suponen distintos resultados en la actividad de cada una de las colmenas. Son muy importantes en este sentido el tamaño de la colonia (Eckert, 1942; Allen y Jeffree, 1956; McLellan, 1976) y otros factores estrechamente relacionados con él: la extensión de la cámara de cría (Louveaux, 1958a; Hellmich y Rothenbuhler, 1986) y la cantidad de polen almacenado (Free, 1967). Además, cada colmena puede mostrar una tendencia a almacenar más o menos polen debida a caracteres genéticos y a la aclimatación a condiciones florísticas anteriores (Louveaux, 1958a).

La actividad recolectora de polen en nuestras colmenas experimentó un fuerte incremento entre el muestreo de Marzo y el de Abril. Este hecho está en consonancia con las observaciones de Ortiz (1991) sobre el ritmo anual de recogida de polen por *Apis mellifera* en Hinojos, el cual presenta un pico muy prominente entre Abril y Mayo.

En cada muestreo, ambas colmenas mostraron un comportamiento parecido respecto a la variación de la cantidad de polen recogida a lo largo del día; es decir, ambas colonias respondieron de modo relativamente semejante a los cambios ocurridos durante el día en las condiciones atmosféricas (temperatura, humedad relativa, luminosidad y viento) y en la oferta floral. Ortiz y Polo (1992) encontraron que colonias contiguas presentaron patrones de variación de la cantidad de polen recogida a lo largo del día significativamente distintos; ésto se debió sin duda a diferencias internas entre las colonias. Las posibles diferencias internas entre nuestras dos colonias, sin embargo, no fueron importantes de cara a producir comportamientos significativamente distintos a este respecto. Por otro lado, el modelo diario de recogida de polen de ambas colmenas en conjunto fue bastante similar en ambos muestreos, centrándose la recolección en los dos intervalos centrales del día. Este comportamiento está probablemente muy influenciado por la evolución de las temperaturas durante la mañana, ya que la temperatura óptima para la actividad pecoreadora oscila entre 16 y 32°C (Bodenheimer y Ben-Nerya, 1937), y por debajo de 10°C dicha actividad se interrumpe o es muy escasa (Percival, 1955; Gary, 1975); así, a medida que la temperatura aumenta durante la mañana, también lo hace la recogida de polen. Sin

embargo, el descenso de la actividad recolectora desde primera hora de la tarde no parece estar relacionado con la temperatura, ya que a esas horas suelen alcanzarse las temperaturas máximas; la causa se podría buscar en un empobrecimiento de la oferta polinífera del día, o en un mayor énfasis por parte de las abejas en la recogida de néctar en detrimento de la de polen (Ortiz y Polo, 1992).

A pesar de la semejanza aludida entre los modelos de recogida en ambos muestreos, mientras que en Marzo la recogida en los dos intervalos centrales fue bastante parecida, en Abril el nivel de recolección fue significativamente mayor al mediodía. Además, durante un día de final de Mayo del año anterior la recogida más abundante fue en la mañana y el mediodía (Ortiz y Polo, l. c.). Es decir, que a medida que avanza la primavera el pico de la actividad recolectora de polen se va desplazando hacia la mañana; esto es probablemente una consecuencia del incremento de la temperatura en este periodo, el cual permite que las abejas desarrollen su actividad recolectora más temprano y posiblemente que la oferta polinífera diaria de algunas especies se adelante (Stanley y Linskens, 1974; Brandt y Gottsberger, 1988).

Los resultados muestran que durante los dos días de muestreo *Apis mellifera* utilizó pocas especies como fuentes de polen, si bien en ambas fechas existía en el área de pecoreo un elevado número de recursos polínicos disponibles (Ortiz, 1991). Esto concuerda con los resultados de otros autores que ponen de manifiesto la utilización por parte de las colonias de sólo una parte muy reducida de la flora a su alcance en la zona de pecoreo (Synge, 1947; Louveaux, 1958b;

Visscher y Seeley, 1982). Además, de entre el limitado número de recursos polínicos utilizados por *Apis mellifera*, sólo unos cuantos constituyen aportes importantes para las colmenas. Esta concentración de la actividad recolectora de nuestras abejas en unas pocas especies es equivalente a la observada por otros autores (Louveaux, 1958b; McLellan, 1976). Todo ello sugiere que las abejas tienen unas preferencias alimenticias muy marcadas.

Por otra parte, el incremento de la actividad recolectora de polen entre Marzo y Abril, comentado anteriormente, no llevó aparejado un incremento en el número de recursos polínicos utilizados. Esto concuerda con las observaciones de Ortiz (1991) de que no existe relación entre la intensidad y la diversidad de la recogida de polen en cada momento del año, y contrasta con las sugerencias anteriores de McLellan (1976) según las cuales cabría esperar dicha relación.

En el muestreo de Marzo, las principales fuentes de polen fueron *Diploptaxis virgata*, *Oxalis pes-caprae*, *Raphanus raphanistrum* y *Halimium commutatum*. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la misma zona en Marzo de 1986 (Ortiz, 1994), si bien la importancia relativa de cada uno de estos recursos fue diferente. De acuerdo con Synge (1947), los cambios observados en la importancia de determinadas especies de un año a otro posiblemente tengan su origen en las diferentes condiciones atmosféricas que se dieron; la meteorología no sólo afecta al comportamiento pecoreador de *Apis mellifera* (Percival, 1947; Louveaux, 1958b) sino también a la abundancia relativa de la floración de los distintos taxones (Synge, 1947; Louveaux, 1958a; Weber El-Ghobary, 1984). En el

muestreo de Abril los recursos más importantes fueron *Cistus ladanifer*, *Quercus suber* y *Cistus salvifolius*, con lo que esta recogida se parece a las encontradas a finales de Abril y principios de Mayo de 1986 (Ortiz, 1994); esto revela el adelantamiento de la floración en 1987 con respecto al año anterior (Ortiz, 1991). Lo más destacable es que los recursos polínicos utilizados de manera importante se repitieron en ambos años, aunque con las variaciones comentadas.

Cabe destacar por tanto que, en consonancia con lo observado por Percival (1947) y Free (1963), *Apis mellifera* mantiene de un año para otro una alta preferencia por determinadas especies de la zona de estudio. Con todo esto podemos decir que las especies citadas anteriormente tienen un elevado valor apícola en la zona de estudio, de forma que se puede prever su elección por las abejas en diferentes años.

Algunos autores han señalado que la selección efectuada por la abeja melífera está basada en la elección de aquellas especies que le resultan más ventajosas (Visscher y Secley, 1982; Ortiz, 1991). Dicha elección está condicionada por un buen número de factores, tales como la distancia de la fuente de polen a la colmena (Bodenheimer y Ben-Nerya, 1937; Free y Williams, 1974; Lobreau-Callen y col., 1986), la abundancia relativa de la especie (Percival, 1947; Louveaux, 1959), el número de flores por unidad de superficie (Johansen y Mayer, 1987), la cantidad de polen por flor o por unidad floral (Percival, 1947), la presencia de néctar (Percival, 1955; Weber El-Ghobary, 1984), el valor nutritivo o composición química del polen (Percival, 1955; Louveaux, 1959; Stanley y

Linskens, 1974), las propiedades físicas del mismo (Doull, 1966), las características florales (Doull, l.c.; Gómez Ferreras, 1986), así como preferencias fijadas genéticamente (Free y Williams, 1973). La fórmula de recolección será el resultado de la interacción de estos y otros factores en un proceso bastante complejo.

Diversos autores han obtenido resultados que demuestran que dos colmenas vecinas no tienen porqué trabajar las mismas fuentes de polen, atribuyendo las diferencias de comportamiento a factores internos (Synge, 1947; Louveaux, 1958b). No obstante, las posibles diferencias internas entre nuestras colmenas no han originado diferencias cualitativas muy marcadas entre las recolecciones de ambas colmenas. De este modo, durante los dos días de muestreo, solamente diez de los treinta y nueve tipos recolectados fueron exclusivos de una de las dos colmenas, lo que supone un alto grado de concordancia entre ambas, sobre todo si se tiene en cuenta que la oferta florística fue mucho más amplia (Ortiz, 1991). Además cabe mencionar que los tipos encontrados en una sola colmena fueron recolectados de forma secundaria (<1%); es decir que, como observó Louveaux (1958b), las diferencias entre nuestras colmenas se marcan a nivel de los tipos recolectados más escasamente y la mayor concordancia se presenta entre los más importantes, si bien la importancia relativa de estos últimos no fue la misma en ambas colmenas. Las preferencias innatas (Free y Williams, 1973; McLellan, 1976) y los requerimientos nutritivos (Percival, 1955; Woyke, 1984) de cada colmena pueden ser la causa de estas diferencias. Así mismo, si existe competencia

por un recurso, es importante el momento de su descubrimiento por cada colonia (Free y Williams, 1974; McLellan, 1976).

Anteriores estudios sobre análisis microscópico de cargas de polen ponen de manifiesto que el número de cargas mixtas encontradas representa porcentajes bastantes dispares aunque en general bajos: el 0,1% (Percival, 1947), el 3% (Betts, 1935; Chaturvedi, 1973; Hidalgo Berutich y col., 1990), el 5% (Eckert y Shaw, 1960) y el 6% (Free, 1963); una proporción de cargas mixtas excepcionalmente elevada, alrededor del 20%, fue encontrada por Sharma (1970). La proporción de cargas mixtas encontrada por nosotros en el muestreo de Marzo es aproximadamente el doble que la más baja citada anteriormente (Percival, 1947); la del muestreo de Abril, en cambio, es aproximadamente la décima parte de la de Marzo, es decir, alrededor de un quinto de la de Percival (l.c.). Estos bajos porcentajes de aparición de cargas mixtas aportados por la mayoría de los autores y por nosotros mismos están en consonancia con el comportamiento conocido como constancia floral de las abejas, que se traduce en que *Apis mellifera* tiende a visitar una sola especie en cada viaje (Free, 1963; Weber El-Ghobary, 1984). Queda patente, además, que la frecuencia con que se rompe dicha constancia es sumamente variable de unos lugares a otros, y nuestros resultados ponen de manifiesto que es variable incluso en un mismo lugar y para unas mismas colonias.

Algunos autores han señalado que las cargas mixtas se producen entre tipos polínicos cuyas fuentes están muy próximas espacialmente (Percival, 1947; Davis, 1991). Las cargas mixtas de *Smilax aspera* y *Brassicaceae* encontradas en el



muestreo de Marzo indican que tal proximidad no es indispensable para que se produzca dicha mezcla; *Smilax aspera* vive en las márgenes del arroyo mientras que las poblaciones de *Brassicaceae* se localizan en los campos de cultivo o en las rozas. Por otro lado, en concordancia con las observaciones de diversos autores (Sharma, 1970; Chaturvedi, 1973; Hidalgo Berutich y col., 1990), nuestras cargas mixtas están constituidas por tipos polínicos de familias diferentes; esto contrasta con lo observado por Pérez García y col. (1987), en cuyas cargas mixtas aparecen generalmente granos de polen del mismo género.

El color dominante de las cargas recogidas en ambos muestreos fue el amarillo, si bien en el muestreo de Marzo también fue muy importante el color naranja. De hecho, el amarillo y el naranja, por este orden, son los colores más frecuentes en el polen apícola español (González Benavente, 1984; Pérez García y col., 1987; Serra Bonvehí, 1988; Hidalgo Berutich y Bootello, 1990; Hidalgo Berutich, 1993). Al predominio del color amarillo en las muestras del mes de Marzo contribuye principalmente la familia *Brassicaceae*, mientras que la abundancia del naranja se debe sobre todo a la familia *Oxalidaceae*. En el mes de Abril el color amarillo de las muestras lo proporcionan principalmente la familia *Cistaceae*, considerada por numerosos autores como la más representativa del polen apícola español (González Benavente, 1984; Pérez García y col., 1987; Serra Bonvehí, 1988), y la familia *Fagaceae*.

El color de las cargas de polen de una especie presenta un rango de variación de amplitud variable; en la mayoría de los casos se trata de variaciones

en la tonalidad del color, si bien en algunos se dan incluso colores distintos (véase Hodges, 1984 e Hidalgo Berutich y Bootello, 1990). El color de una carga de polen de una determinada especie depende del estado del polen en el momento de la recogida, la humedad atmosférica y la cantidad y el tipo de miel o néctar utilizado por la abeja en su confección (Pérez García y col., 1987; Serra Bonvehí, 1988). Nuestras cargas de cada especie presentaron únicamente ligeras variaciones de tonalidad; al tratarse de cargas muestreadas en un mismo día, las condiciones de su recogida fueron sin duda más homogéneas que las de cargas procedentes de muestreos más amplios analizadas por otros autores (Hodges, 1984; Hidalgo Berutich y Bootello, 1990; p. e.). Sólo en el caso de *Anchusa azurea* la variación de la tonalidad fue algo más amplia, y estuvo además claramente relacionada con el momento del día, ya que en ambas colmenas se dio el mismo cambio de tonalidad del mediodía a la tarde. Este hecho es destacable porque muestra que, al menos en algunos casos, el color de las cargas de polen depende de la hora de su recogida.

Como ya hemos comentado para la variación de la cantidad de polen recogida a lo largo del día, en los dos muestreos, ambas colonias mostraron un comportamiento parecido en cuanto a la variación del número de recursos polínicos explotados a lo largo del muestreo; esto sugiere que los factores que más fuertemente condicionaron estas variaciones fueron fenómenos externos comunes a ambas colmenas, tales como la meteorología y la oferta floral.

En ambos muestreos, el número de recursos polínicos explotados fue mayor en los intervalos centrales del día y más bajo en los extremos. Este mismo comportamiento fue observado por Ortiz y Polo (1992) a finales del mes de Mayo. Como ya se ha comentado, en nuestros muestreos la máxima actividad recolectora también tiene lugar en los intervalos centrales, pero en el muestreo de Mayo (Ortiz y Polo, l.c.) la actividad se concentra en los dos primeros intervalos. Parece por tanto, que existe una tendencia a utilizar un mayor número de recursos polínicos en las horas centrales del día, aun cuando el máximo de actividad recolectora no se concentre en esas horas.

El número de recursos explotados en cada intervalo del muestreo de Abril fue igual o ligeramente menor que su correspondiente de Marzo; en el muestreo de Mayo (Ortiz y Polo, 1992) estos números fueron sensiblemente menores que los de Abril. Esta tendencia a disminuir el número de recursos explotados en cada momento durante la primavera contrasta con el incremento que se produce en el número de especies en flor en el área de estudio desde principio de Marzo hasta final de Mayo (Ortiz, 1991).

El índice usado para medir la diversidad de la recogida de polen ( $H$ ) es tanto mayor cuantos más sean los recursos usados y/o cuanto más uniforme sea el uso de éstos. El otro índice utilizado ( $J$ ) sólo mide la homogeneidad de uso de los recursos explotados, con independencia del número de éstos.

En el muestreo de Marzo, las dos colonias tendieron a hacer un uso más uniforme de los recursos explotados a medida que avanzó el día. Casi toda la

actividad de la mañana estuvo centrada en un solo recurso, siendo escasa la importancia relativa de los demás. En los intervalos centrales del día el grueso de la actividad se repartió entre dos o tres fuentes, con lo que aumentó la homogeneidad de uso de los recursos. En el final de la tarde volvió a destacar por su importancia relativa en la recogida una sola especie, aunque de forma mucho menos contundente que en la mañana; por contra, la actividad restante en este intervalo estuvo repartida entre unos cuantos recursos cuya importancia relativa fue significativa; con ello el uso global de los recursos fue más homogéneo que en los intervalos anteriores.

En Abril ocurrió prácticamente lo mismo; la única desviación con respecto al muestreo anterior fue el comportamiento de la colmena 1 en la mañana. Sin embargo, la actividad de esta colmena en dicho intervalo fue tan escasa que esta desviación no es muy significativa, de modo que el comportamiento de las dos colonias en conjunto se ajusta a lo expuesto.

Asimismo, en el muestreo de Mayo del año anterior, el índice J para el conjunto de las colmenas aumentó progresivamente desde la mañana hasta el inicio de la tarde pero experimentó un levísimo descenso en el final de la misma; no obstante hay que tener en cuenta que la actividad recolectora en este último intervalo fue escasa (Ortiz y Polo, com. pers.). Parece, por tanto, que el uso de los recursos explotados tiende a ser progresivamente más uniforme a lo largo del día, al menos cuando existe un nivel de actividad apreciable.

Por otro lado, los valores de  $J$  para el conjunto de las dos colmenas en cada uno de los intervalos del muestreo de Abril fueron mayores que sus correspondientes de Marzo; asimismo, los valores del muestreo de Mayo (Ortiz y Polo, com. pers.) fueron superiores a los de Abril. De ello se desprende que el uso de los recursos explotados también tiende a ser progresivamente más uniforme a lo largo de la primavera; probablemente este incremento esté relacionado con el que se produce paralelamente en las temperaturas.

El bajo número de recursos utilizados en la mañana junto con la heterogeneidad de su uso hicieron que, en ambos muestreos, la diversidad de la recogida del conjunto de las colmenas en este intervalo horario fuese sensiblemente inferior a la de los otros tres. En cambio, el índice de diversidad de ambas colmenas en conjunto no varió mucho entre los otros tres intervalos, ya que la disminución del número de recursos utilizados en el último de ellos se vio compensada por el aumento de la uniformidad de su uso antes comentado. En el muestreo de Mayo (Ortiz y Polo, com. pers.), sin embargo, sí disminuyó considerablemente la diversidad en el final de la tarde, aunque como ya se ha dicho la actividad en ese intervalo fue muy poco significativa. Los tres muestreos tuvieron en común que los valores de diversidad más bajos se dieron en la mañana, y que se dieron valores elevados en los dos intervalos centrales coincidiendo con el mayor número de recursos explotados, con independencia, como ya se ha dicho, de cuándo se produjo la máxima actividad recolectora.

En el conjunto de ambas colmenas, los valores del índice de diversidad en cada intervalo de Abril fueron mayores que sus correspondientes de Marzo; asimismo los valores del muestreo de Mayo (Ortiz y Polo, com. pers.) fueron mayores que los de Abril, excepto el bajo valor ya comentado del final de la tarde. Es decir, la diversidad de la recogida de polen aumenta durante la primavera; esto se produce a pesar de la disminución en el número de recursos utilizados, y como consecuencia del incremento en la uniformidad de uso de los mismos.

En la mayoría de los casos la recolección de un tipo polínico por una colmena se produjo en varios intervalos horarios; de este modo, en cada intervalo, cada colmena recogió polen de un número considerable de especies. Resultados similares fueron obtenidos por Ortiz y Polo (1992). Estos hechos muestran, en concordancia con lo expresado por Sharma (1970), que la actividad recolectora de polen de una colonia no se va desplazando de una fuente a otra a lo largo del día, sino que en cada momento su población de abejas recolectoras de polen está repartida entre diversas fuentes.

Además, se observa que los intervalos en que cada colmena recogió polen de un tipo fueron consecutivos, con la única excepción de la recogida de polen de *Eucalyptus* sp. por la colmena 1 en Marzo, la cual se interrumpió en el inicio de la tarde y continuó en el final de la misma. Ortiz y Polo (1992) observaron un comportamiento similar en Mayo, y curiosamente la única excepción fue la recogida de polen de *Eucalyptus camaldulensis x resinifer* en una de las colmenas, con un patrón similar al de nuestra colmena 1 en Marzo. El mantenimiento

generalizado de la recogida de polen de cada tipo en varios intervalos consecutivos concuerda con la idea de que una abeja no recolecta diferentes recursos a lo largo del día, sino que permanece fiel a la fuente de alimento que comienza a visitar (Butler, 1945; Ribbands, 1949; Grant, 1950; Free, 1963). No obstante, Singh (1950) señala que esporádicamente esta fidelidad hacia una determinada fuente de polen se rompe; una abeja puede cambiar de fuente cuando la que visita deja de ser rentable.

Las horas del día en las que el polen se encuentra disponible para las abejas varían de una especie a otra, lo que condiciona el patrón de recogida de cada recurso (Synge, 1947; Percival, 1955). De acuerdo con Ortiz y Polo (1992), la disponibilidad de polen en cada especie a lo largo de la jornada depende de sus ritmos de exposición (anthesis de flores y anteras) y retirada (recolección por animales, y arrastre por el viento en las especies anemófilas). Lógicamente el polen no podrá ser recogido por *Apis mellifera* si no está disponible, pero, como muestran Ortiz y Polo (l.c.), éste no es recogido necesariamente durante todo el tiempo en que está disponible.

Nuestros resultados muestran que aunque hubo ciertas diferencias entre colmenas en el patrón de recogida de polen de cada especie, el comportamiento de ambas colonias fue relativamente parecido, sobre todo en la recogida de los recursos más importantes. Esto sugiere que el patrón de recogida de polen de cada especie en cada colmena estuvo más condicionado por factores externos comunes a ambas colonias que por factores internos particulares de cada colmena. Para

algunos recursos polínicos el patrón de su recogida se ajustó bastante al de su disponibilidad. Este fue el caso, por ejemplo, de las especies de *Cistaceae*; sus flores abren, con ciertos desfases entre especies, a lo largo de la mañana y el mediodía, y se van cerrando, también con ciertos desfases interespecíficos, desde última hora del mediodía o el inicio de la tarde (véase Brandt y Gottsberger, 1988; Bosch, 1992; Ortiz y Polo, 1992); esto se tradujo en máximos de recogida en la mañana o el mediodía y caídas progresivas más o menos acusadas en los siguientes intervalos. El ajuste entre recogida y disponibilidad no fue tan bueno en otros casos, *Anchusa azurea* por ejemplo; aunque el máximo de apertura de sus flores se produjo muy probablemente en la mañana (véase Ortiz y Polo, 1992), la recogida de su polen no comenzó hasta el mediodía y no se alcanzó el máximo hasta el inicio de la tarde. El comportamiento a este respecto fue muy parecido en ambas colonias; asimismo Ortiz y Polo (1992) encontraron un desfase equivalente entre la disponibilidad de polen de *Anchusa azurea* y su recogida por las colonias estudiadas, presentando éstas comportamientos semejantes. Estas semejanzas, no sólo entre colonias sino entre diferentes días de muestreo con sus condiciones atmosféricas particulares, sugieren que el patrón de recogida de este polen está condicionado, aparte de por su disponibilidad, por algún otro factor propio de la fuente explotada. Se ha sugerido (Percival, 1947) que las abejas trabajan primero aquellas fuentes más cercanas a la colmena y luego las más lejanas, pero nuestras colonias están precisamente en medio de una gran población de *Anchusa azurea*, por lo que la distancia no sería el factor condicionante en este caso; sí podría





tratarse de algún otro aspecto de la biología floral de la planta, por ejemplo su patrón de secreción nectarífera.

Synge (1947) encontró una conexión estrecha entre el tiempo de presentación del polen de varias especies y el de su recolección por *Apis mellifera*. En el presente trabajo, sin embargo, como ya se ha comentado, sólo se ha encontrado este tipo de relación en algunos casos mientras que en otros dicha conexión ha sido diluida por diversos factores. En este sentido, nuestros resultados concuerdan con los de Percival (1947, 1955) y Ortiz y Polo (1992).

El peso medio de una carga de polen fue prácticamente el mismo en los dos muestreos realizados, 7'89 mg en Marzo y 7'86 mg en Abril; estos pesos son relativamente semejantes a los 7'5 mg encontrados por Maurizio (1953) y a los 8 mg de Serra Bonvehí (1988). Sin embargo, los pesos de Marzo y Abril fueron sensiblemente superiores a los 5'17 mg obtenidos por Ortiz y Polo (1992) a final de primavera en el área de estudio.

Al igual que en Ortiz y Polo (1992), en el presente estudio se han encontrado diferencias importantes entre los pesos medios de una carga de las distintas especies; estas observaciones están en consonancia con las diferencias de tamaño de las cargas de distintas especies observadas por Hidalgo Berutich y Bootello (1990). Nuestros resultados muestran que la diferente intensidad con que las abejas recolectaron cada recurso polínico no explica las diferencias de peso encontradas entre las cargas de las distintas especies. Asimismo, se pone de

manifiesto que el tamaño del grano de polen de cada especie tampoco condiciona de manera significativa el peso de la carga.

Es relativamente frecuente que las abejas que visitan plantas productoras de néctar recojan simultáneamente néctar y polen (véase por ejemplo, Corbet y Delfosse, 1984 y Bosch, 1992). Sería razonable pensar que las abejas que simultanean la recogida de ambas recompensas confeccionan cargas de polen más pequeñas que las que recogen polen exclusivamente; en tal caso las cargas de polen de especies estrictamente poliníferas serían de mayor tamaño que las de plantas que también ofrecen néctar. Nuestros resultados muestran, sin embargo, que la presencia o ausencia de néctar no es un factor determinante del peso medio de las cargas de cada especie.

Entre las especies estrictamente poliníferas de las que nuestras abejas recogieron cargas de polen hay algunas que son anemófilas. El polen de estas plantas es seco y poco cohesivo (Hesse, 1981; Pacini y col., 1985), y sería lógico pensar que esto representa un problema a la hora de elaborar las cargas. Sin embargo, nuestros resultados muestran que *Apis mellifera* no sólo recoge cantidades importantes de cargas de polen anemófilo (*Quercus suber*, *Phillyrea angustifolia*), sino que algunas de éstas se encuentran entre las más pesadas (*Populus alba*, *Quercus suber*); Ortiz y Polo (1992) encontraron resultados similares. Estos hechos sugieren que la recogida de polen anemófilo no entraña ninguna dificultad importante para la abeja melífera.

Ortiz y Polo (l.c.) sugirieron que el grado de dificultad impuesto por la morfología floral a la hora de recoger polen también podría influir en el peso medio de las cargas de cada especie. Asimismo, podrían sugerirse otros factores como la cantidad de polen por flor o unidad floral o el valor nutritivo del polen, por ejemplo. Es posible que todos estos factores y otros más afecten en mayor o menor medida al peso medio de las cargas de cada especie, aunque ninguno de ellos explique significativamente parte de la variabilidad observada.

Por otro lado, los resultados muestran que el peso medio de las cargas de cada tipo varía a lo largo del día, y que depende significativamente de la tasa de recogida del recurso polínico en cuestión en cada intervalo horario: cuando la recogida es más intensa las cargas tienden a ser mayores. Esta idea se ve reforzada si comparamos los pesos de las cargas de aquellas especies registradas en nuestros dos muestreos (*Diplotaxis virgata*, *Fragaria vesca*, *Halimium commutatum*, *Oxalis pes-caprae* y *Crataegus monogyna*) y de las que se registraron en nuestro muestreo de Abril y el de Mayo de Ortiz y Polo (1992) (*Quercus suber*, *Anchusa azurea* y *Echium plantagineum*); en todos los casos, salvo el de *Fragaria vesca*, las cargas de cada especie fueron más pesadas en el muestreo en el que el polen de la misma se recogió más intensamente. Es decir, que cuando el interés de *Apis mellifera* por una especie aumenta y recoge su polen más abundantemente, las cargas del mismo tienden a ser mayores. El interés que una determinada especie despierta en *Apis mellifera* en un momento concreto dependerá de su estado fenológico y de las ofertas alternativas (Percival, 1950, 1955; Parent y col., 1990). De este modo el peso medio de las cargas de una especie no sólo dependería de

factores propios de la misma, sino que estaría parcialmente influido por los de las especies que la rodean. Asimismo, las variaciones que los requerimientos nutricios de las colonias experimentan a lo largo del año (véase Free, 1967) también afectarían al peso medio de las cargas de las distintas especies. La considerable diferencia, antes comentada, entre el peso medio de las cargas en el muestreo de Ortiz y Polo (1992) y el de nuestros muestreos está en consonancia con esta apreciación, puesto que al final de primavera el interés de la colonia se desvía a la recogida de néctar (Percival, 1950).

Las diferencias de peso detectadas en las cargas estudiadas fueron paralelas a diferencias de tamaño, y puesto que la eficiencia de la trampilla cazapolen depende del tamaño de las cargas, es evidente que, como indicaron Ortiz y Polo (1992), el polen capturado en la trampilla no es fiel reflejo del recogido por las abejas. Así, las cargas pequeñas están infrarrepresentadas con respecto a las mayores. Además, el grado de representación de las cargas de cada especie es variable entre horas y entre días, puesto que como se ha dicho también varía su peso medio.

Por último, ha quedado patente que cada recurso polínico fue recogido por *Apis mellifera* a lo largo del día siguiendo un patrón particular y que el peso medio de sus cargas varió a la vez de modo también particular. Estos dos hechos evidencian que si se pretende estudiar la dieta polínica de la abeja melífera, utilizando para muestrear trampillas cazapolen, es conveniente que éstas se mantengan colocadas durante días completos, ya que si sólo se mantienen durante

unas horas se favorece la representación de las cargas que alcancen en ese periodo su máxima tasa de recogida y/o su máximo peso medio.



## 6. CONCLUSIONES

1. En cada muestreo, el patrón diario de recogida de polen en ambas colmenas fue similar, siendo la recolección más intensa en los dos intervalos centrales del día.
2. A medida que avanza la primavera la actividad recolectora de polen se va desplazando hacia la mañana, probablemente como consecuencia del aumento de la temperatura en este período; sin embargo, el número de recursos utilizados mantuvo sus valores máximos en las horas centrales del día. Por otro lado, el número de recursos explotados tendió a disminuir durante la primavera a pesar del incremento que se produjo en el número de especies en flor.
3. Al igual que los resultados obtenidos por otros autores, no existe relación entre la intensidad y la diversidad de la recogida de polen.
4. En la zona de pecoreo las abejas tienen unas preferencias alimenticias muy marcadas, ya que el número de recursos polínicos disponibles es

considerablemente superior al utilizado por las abejas, e incluso sólo unos cuantos constituyen aportes importantes para las colmenas.

5. Durante los días de muestreo se recolectaron 39 tipos polínicos, de los que solamente 10 fueron exclusivos de una de las dos colmenas, coincidiendo además con una escasa tasa de recogida de los mismos (< 1%).

6. En el muestreo de Marzo, las principales fuentes de polen fueron *Diplotaxis virgata*, *Oxalis pes-caprae*, *Raphanus raphanistrum* y *Halimium commutatum*, y en Abril *Cistus ladanifer*, *Quercus suber* y *Cistus salvifolius*.

7. El número de cargas mixtas recolectadas fue muy bajo (0,1% en marzo y 0,02% en Abril), lo que concuerda con el comportamiento conocido como constancia floral de las abejas, que tienden a visitar una sola especie en cada viaje.

8. El color predominante es el amarillo, seguido en importancia por el naranja, lo que coincide con los colores del polen apícola español.

9. En general, cada especie presenta únicamente ligeras variaciones de tonalidad, excepto *Anchusa azurea*, con un rango mayor, que a su vez se relacionó con la hora de su recogida.

10. La uniformidad de uso de los recursos explotados tiende a ser progresivamente mayor a lo largo de la primavera.

11. El uso de los recursos tendió a ser progresivamente más uniforme a lo largo del día, y de forma más global, a lo largo de la primavera. La recogida de polen



presentó una diversidad elevada en las horas centrales del día, coincidiendo con la utilización del mayor número de recursos, y con independencia de que a esas horas se diese o no la máxima actividad recolectora. A pesar de la disminución del número de recursos utilizados a lo largo de la primavera, la diversidad aumentó como consecuencia del incremento de la uniformidad de uso de los recursos explotados

12. Sólo en algunos casos se encontró una conexión estrecha entre el tiempo de presentación del polen de una especie y el de su recolección por *Apis mellifera*. La recogida de polen de cada especie mostró un patrón diario particular, presentando ambas colmenas un comportamiento relativamente parecido a este respecto, sobre todo en la recogida de los recursos más importante.

13. Existen diferencias importantes entre los pesos medios de una carga de las distintas especies. Asimismo, el peso medio de una carga de cada especie varió en el tiempo, advirtiéndose que cuando el interés de *Apis mellifera* por dicha especie aumentó, sus cargas tendieron a ser mayores.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, M. D. y E. P. Jeffree (1956) The influence of stored pollen and of colony size on the brood rearing of honeybees. *Ann. Appl. Biol.* 44(4): 656.
- Asensi, A. y B. Díez (1987) Andalucía Occidental, en M. Peinado Lorca y S. Rivas-Martínez (eds.): *La Vegetación de España*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá de Henares. Alcalá de Henares. pp: 197-230.
- Betts, A. D. (1935) The constancy of pollen collecting bees. *Bee world* 16: 111-113.
- Biesmeijer, J. C., B. van Marwijk, K. van Deursen, W. Punt y M. J. Sommeijer (1992) Pollen sources for *Apis mellifera* L. (Hym, Apidae) in Surinam, based on pollen grain volume estimates. *Apidologie* 23 (3): 245-256.
- Bodenheimer, F. S. y A. Ben-Nerya (1937) One-year studies on the biology of honey-bee in Palestine. *Ann. Appl. Biol.* 24:385-403.

- Brandt, U. y G. Gottsberger (1988) Flower phenology, pollinating insects and breeding systems in *Cistus*, *Halimium* and *Tuberaria* species in Portugal. *Lagascalia* 15 (extra): 625-634.
- Bosch, J. (1992) Floral biology and pollinators of three co-occurring *Cistus* species (Cistaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 109 (1): 39-55.
- Butler, C. G. (1945) The influence of various physical and biological factors of the environment on the honeybee activity. An examination of the relationship between activity and nectar concentration and abundance. *J. Exp. Biol.* 21: 5-12.
- Casteel, D. B. (1912) The behaviour of the honeybee in pollen collecting. *U. S. D. A., Bur. Entomol. Bull.* 121: 1-36.
- Chaturvedi, M. (1973) An analysis of honeybee pollen loads from *Banthra*. Lucknow, India. *Grana* 13: 136-144.
- Comisión de las Comunidades Europeas (1994) *Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Documento de reflexión sobre la situación de la apicultura europea*. Bruselas. 24.06.1994.
- Corbet, S. A. y E. S. Delfosse (1984) Honeybees and the nectar of *Echium plantagineum* L. in south-eastern Australia. *Austral. J. Ecol.* 9: 125-139.
- Crane, E., P. Walker y R. Day (1984) *Directory of important world honey sources*. International Bee Res. Assoc. London.

- Cushing, E. J. (1961) Size increase in pollen grains mounted in thin slides. *Pollen & Spores* 3(2): 265-274.
- Dadant, C. C. (1975) Equipo para apicultura, en: Dadant y col. (eds.) *La colmena y la abeja melífera*. Hemisferio Sur. Montevideo. pp: 397-428.
- Davis, A. R. (1991) Mixed loading of pollen from *Echium plantagineum* L., (*Boraginaceae*) and *Hirsfeldia incana* (L.) Lagreze-foss (*Brassicaceae*) by individual honeybee (*Apis mellifera* L.). *Amer. Bee J.* 131(10): 649-655.
- Díez, M. J. (1987) Clave general de tipos polínicos, en Valdés y col. (eds.): *Atlas Polínico de Andalucía Occidental*. Inst. Des. Regional y Excma. Diputación de Cádiz. Sevilla. pp: 23-61.
- Doull, K. M. (1966) The relative attractiveness to pollen-collecting honeybees of some different pollens. *J. Apic. Res.* 5(1): 9-14.
- Eckert, J. E. (1933) The flight range of the honeybee. *J. Apic. Res.* 47(5): 257-285.
- Eckert J. E. (1942) The pollen required by a colony of honeybees. *J. Econ. Entomol.* 35(3): 309-311.
- Eckert, J. E. y F. R. Shaw (1960) *Bee Keeping*. Macmillan. New York.
- Erdtman, G. (1960) The acetolysis method. *Svensk. Bot. Tidskr.* 54(4): 561-564.
- Florensa, A. (1991) El polen. Su reglamentación como alimento dietético. *Vida Apícola* 46: 24-29.

- Free, J. B. (1963) The flower constancy of honeybees. *J. Anim. Ecol.* 32: 119-131.
- Free, J. B. (1967) Factors determining the collection of pollen by honeybee foragers. *Anim. Behav.* 15: 134-144.
- Free, J. B. e I. H. Williams (1973) Genetic determination of honeybee (*Apis mellifera* L.) foraging preferences. *Ann. Appl. Biol.* 73: 137-141.
- Free, J. B. e I. H. Williams (1974) Influence of the location of honeybee colonies on their choice of pollen sources. *J. Appl. Ecol.* 11(3): 925-935.
- Gary, N. E. (1975) Actividades y comportamiento de la abeja melífera, en Dadant y col. (eds.): *La colmena y la abeja melífera*. Hemisferio Sur. Montevideo. pp: 247-345.
- Gómez Ferreras, C. (1986) Origen botánico del polen comercializado en España. *Actas II Congr. Nac. Apic.* (Gijón, 1984): 70-93.
- Gómez Ferreras, C. y A. Ortiz Valbuena (1984) Aportaciones al conocimiento de las herbáceas poliníferas silvestres de interés apícola de la provincia de Cuenca. *Actas I Congr. Nac. Apic.* (Madrid, 1983): 26-30.
- Gómez Ferreras, C. y A. Ortiz Valbuena (1986) Plantas visitadas por las abejas en el Jardín Botánico de Madrid. *Actas II Congr. Nac. Apic.* (Gijón, 1984): 56-60.

- González López, M. D. (1986) Introducción al análisis de la flora melífera del Concejo de Pesoz. *Actas II Congr. Nac. Apic.* (Gijón, 1984): 128-136.
- González Benavente, F. (1984) El polen apícola español: composición botánica y características físico-químicas. *Actas I Congr. Nac. Apic.* (Madrid, 1983): 31-44.
- Grant, V. (1950) The flower constancy of bees. *Bot. Rev., Lancaster* 16: 379-398.
- Hellmich, R. L. y W. C. Rothenbuhler (1986) Relationship between different amounts of brood and the collection and use of pollen by the honeybee (*Apis mellifera*). *Apidologie* 17(1): 13-20.
- Hesse, M. (1981) The fine structure of the exine in relation to stickiness of angiosperm pollen. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 35: 81-92.
- Hidalgo Berutich, M. I. (1993) *Estudio de los recursos apícolas de la Sierra de Mijas*. Tesis doctoral. Universidad de Málaga.
- Hidalgo Berutich, M. I. y M. L. Bootello (1990) About some physical characteristics of the pollen loads collected by *Apis mellifera* L. *Apicultura* 6: 179-191.
- Hidalgo Berutich, M. I., M. L. Bootello y J. Pacheco (1990) Origen floral de las cargas de polen recogidas por *Apis mellifera* L. en Alora (Málaga, España). *Acta Bot. Malacitana* 15 :33-44.

- Hideux, M. (1972) Techniques d'étude du pollen au MEB: effets comparés des différents traitements physico-chimiques. *Micron* 3: 1-31.
- Hodges, D. (1984) *The pollen loads of the honeybee*. International Bee Res. Assoc. London.
- I. G. M. E. (1972) Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Folleto explicativo de la hoja 80-81. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- Jean-Prost, P. (1985) *Apicultura. Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena*. Mundi Prensa. Madrid.
- Johansen, C. A. y D. F. Mayer (1987) Observations on honey bee foraging behavior. *Amer. Bee. J.* 127(3): 194-196.
- Lobreau-Callen, D., R. Darchen y A. Le Thomas (1986) Apport de la palynologie a la connaissance des relations abeilles/plants en savanes arborées du Togo et du Bénin. *Apidologie* 17(4): 279-306.
- Louveaux, J. (1958a) Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifica* L.). *Ann. Abeille* 1(III): 113-188.
- Louveaux, J. (1958b) Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifica* L.) (Suite). *Ann. Abeille* 1(IV): 197-221.



- Louveaux, J. (1959) Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifica* L.) (Fin). *Ann. Abeille* 2(1): 13-111.
- Maurizio, A. (1953) Weitere Untersuchungen an Pollenhörschen. *Schweiz. Bienen Z. (Beiheft)* 20: 485-556.
- Maurizio, A. (1979) Microscopy of honey, en E. Crane (eds.): *Honey. A Comprehensive Survey*. Heinemann. London. pp: 240-257.
- McLellan, A. R. (1974) Some effects of pollen traps on colonies of honeybees. *J. Apic. Res.* 13(2): 143-148.
- McLellan, A. R. (1976) Factors affecting pollen harvesting by the honeybee. *J. Appl. Ecol.* 13(3): 801-811.
- McLellan, A. R. (1978) Growth and decline of honeybee colonies and inter-relationships of adult bees, brood, honey and pollen. *J. Appl. Ecol.* 15: 155-161.
- Montero, I. (1995) *Melitopalínología y flora apícola en zonas de montaña de Extremadura*. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. Badajoz.
- Ortega Sada, J. L. (1986) Flora de interés apícola de la España Peninsular. *Actas II Congr. Nac. Apic.* (Gijón, 1984): 156-171.
- Ortega Sada, J. L. (1987) *Flora de interés apícola y polinización de cultivos*. Mundi Prensa. Madrid.

- Ortiz, P. L. (1991) *Melitopalinología en Andalucía Occidental*. Tesis Doctoral en microfichas. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla.
- Ortiz, P. L. (1994) El polen recogido por *Apis mellifera* L. en Hinojos (Huelva) durante la primavera. *Acta Bot. Malacitana* 19: 115-122.
- Ortiz, P. L. y J. M. Polo (1992) El polen recogido por *Apis mellifera* L. durante un día. *Bol. Soc. Brot.*, Ser. 2, 65:43-60.
- Pacini, E., G. G. Franchi y M. Hesse (1985) The tapetum: its form, function and possible phylogeny in Embryophyta. *Pl. Syst. Evol.* 149: 155-185.
- Parent, J., M. J. Feller-Demalsy y P. J. H. Richard (1990) Les sources de pollen et de nectar dans la région de Rimouski, Québec, Canada. *Apidologie* 21: 431-445.
- Percival, M. (1947) Pollen collection by *Apis mellifera*. *New Phytol.* 46: 142-173.
- Percival, M. (1950) Pollen presentation and pollen collection. *New Phytol.* 49: 40-63.
- Percival, M. (1955) The presentation of pollen in certain Angiosperms and its collection by *Apis mellifera*. *New Phytol.* 54: 353-368.
- Pérez García, F., A. Gómez Pajuelo y J. L. Molins García (1987) Origen floral y coloración de las pelotas de polen. *Vida Apícola* 25: 33-36.

- Reitsma, Tj. (1969) Size modification of recent pollen grains under different treatments. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 9: 175-202.
- Ribbands, C. R. (1949) The foraging method of individual honey-bees. *J. Anim. Ecol.* 18: 47-66.
- Ribbands, C. R. (1951) The flight range of the honey-bee. *J. Anim. Ecol.* 20: 220-226.
- Rita, J. (1983) *Flora melífera de la provincia de Lleida*. Excma. Diputación de Lleida. Lleida.
- Serra Bonvehí, J. (1988) Origen botánico del polen apícola producido en España. *Anales. Asoc. Palinol. Lengua Esp.* 4: 73-78.
- Serra Bonvehí, J. y J. Gonell Galindo (1986) El polen de abeja producido en España. *Vida Apícola* 19: 35-38.
- Sharma, M. (1970) An analysis of pollen loads of honey bees from Kangra, India. *Grana* 10: 35-42.
- Singh, S. (1950) Behavior studies of honey bees in gathering nectar and pollen. *Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Mem.* 288: 1-57.
- Stanley, R. G. y H. F. Linskens (1974) *Pollen. Biology Biochemistry Management*. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York.

- Synge, A. D. (1947) Pollen collection by honeybees (*Apis mellifera*). *J. Anim. Ecol.* 16: 122-138.
- Talavera, S., J. Herrera, J. Arroyo, P. L. Ortiz y J. A. Devesa (1988) Estudio de la flora apícola de Andalucía Occidental. *Lagascalía* 15(extra): 567-591.
- Valdés, B., M. J. Díez e I. Fernández (1987) *Atlas polínico de Andalucía Occidental*. Inst. Des. Regional y Excma. Diputación de Cádiz. Sevilla.
- Visscher, P. K. y T. D. Seeley (1982) Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology*, 63(6): 1790-1801.
- Weber El-Ghobary, M. O. (1984) Observation of flowering, pollen, nectar and pollen loads, due to *Apis mellifera* in some mediterranean plants. *Les Colloques de l'INRA* 21: 245-250.
- Woyke, J. (1984) Correlations and interactions between population, length of worker life and honey production by honeybees in a temperate region. *J. Apic. Res.* 23 (3): 148-156.

## 8. APÉNDICE

Nomenclatura de las especies vegetales citadas en el texto:

*Anchusa azurea* Miller

*Anthyllis cytisoides* L.

*Aristolochia pistolochia* L.

*Armeria vetulina* Welw. ex Boiss. & Reuter

*Asphodelus ramosus* L.

*Brachypodium distachyon* (L.) Beauv.

*Calendula arvensis* L.

*Campanula erinus* L.

*Carduus meonanthus* Hoffmanns. & Link

*Chamaemelum mixtum* (L.) All.

*Cistus albidus* L.

*Cistus ladanifer* L.

*Cistus libanotis* L.

*Cistus salvifolius* L.

*Citrus sinensis* (L.) Osbeck

*Crataegus monogyna* L.

*Cytinus hypocistis* (L.) L.

*Cytisus grandiflorus* DC.

*Diplotaxis virgata* (Cav.) DC.

*Echium plantagineum* L.

*Erica arborea* L.

*Erica scoparia* L.

*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh x *E. resinifer* Sm.

*Fedia cornucopiae* (L.) Gaertner

*Fragaria vesca* L.

*Genista hirsuta* Vahl

*Genista triacanthos* Brot.

*Halimium commutatum* L.

*Halimium halimifolium* (L.) Willk.

*Helichrysum picardii* Boiss. & Reuter

*Hypericum perforatum* L.

*Iberis crenata* Lam.

*Lavandula stoechas* L.

*Linaria viscosa* (L.) Chaz.

*Muscari neglectum* Guss. ex Ten.

*Myrtus communis* L.

*Omphalodes linifolia* (L.) Moench

*Onopordum nervosum* Boiss.

*Ornithopus sativus* Brot.

*Oxalis pes-caprae* L.

*Phillyrea angustifolia* L.

*Phlomis purpurea* L.

*Pinus pinea* L.

*Pistacia lentiscus* L.

*Populus alba* L.

*Populus nigra* L.

*Pulicaria paludosa* Link

*Quercus coccifera* L.

*Quercus rotundifolia* Lam.

*Quercus suber* L.

*Raphanus raphanistrum* L.

*Rapistrum rugosum* (L.) All.

*Reseda lutea* L.

*Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss.

*Rosa micrantha* Borrer ex Sm.



- Rosmarinus officinalis* L.  
*Rubus ulmifolius* Schott  
*Rumex bucephalophorus* L.  
*Salix alba* L.  
*Salix atrocinerea* Brot.  
*Sanguisorba hybrida* (L.) Nordborg  
*Silene gracilis* DC.  
*Smilax aspera* L.  
*Spergula arvensis* L.  
*Stauracanthus genistoides* (Brot.) Samp.  
*Tamarix gallica* L.  
*Teucrium capitatum* L.  
*Teucrium fruticans* L.  
*Thymus mastichina* (L.) L.  
*Ulex eriocladius* C. Vicioso  
*Ulmus minor* Miller  
*Vicia faba* L.



500790169

FBI E TD / 351

13.933.-