



## BIOCIDAS ORGANOCOLORADOS

### INTRODUCCION

Aunque el DDT se sintetizó por primera vez el siglo pasado, sus propiedades insecticidas no se descubrieron hasta 1939. Durante la Segunda Guerra Mundial fue utilizado con éxito para eliminar insectos transmisores de enfermedades. Posteriormente su uso se extendió rápidamente a todo el mundo con finalidades sanitarias y de control de plagas agrícolas y forestales con resultados espectaculares. A mediados de la década de los sesenta comenzó su decadencia al ponerse en evidencia dos tipos principales de problemas. Los insectos que se pretendía eliminar adquirían resistencia al producto y por otra parte se detectaron efectos no deseados de mortandades de otros animales ajenos a los objetivos de los tratamientos.

El DDT fue siendo sustituido progresivamente por otros biocidas organoclorados y de otro tipo a los que no habían creado resistencia las plagas y cuyos efectos secundarios eran desconocidos. El uso del DDT fue restringido legalmente en Estados Unidos en 1973. Posteriormente otros organoclorados siguieron el mismo camino, el aldrin y dieldrín en octubre de 1974, el heptacloro en 1981, etc.

Una de las principales características de los compuestos organoclorados es su persistencia sin pérdida notoria de su actividad. Su degradación a compuestos inactivos dura años, a veces decenas de años. Los tratamientos sucesivos han producido una gran acumulación de estos productos en el medio.

Los efectos deletéreos sobre las poblaciones de diversos vertebrados, principalmente aves, son de sobra conocidos. Se deben a la acumulación de estos biocidas en los eslabones superiores de las cadenas tróficas. En las aves la consecuencia fundamental es la disminución de la tasa reproductora debida a la inviabilidad de las puestas por la reducción del espesor de las cáscaras de los huevos.

### EFFECTOS SOBRE LOS MURCIELAGOS.

A continuación se revisan los mecanismos mediante los cuales los distintos compuestos organoclorados pueden afectar o han afectado a los murciélagos. El objeto de esta exposición es poder dar una idea real de la magnitud del problema, muy mal conocido, al menos cuando se compara con otros vertebrados más llamativos.

#### Efectos generales.

La letalidad de los compuestos organoclorados sobre los murciélagos fue puesta de manifiesto por primera vez en aplicaciones directas de DDT a refugios con colonias en 1949 y 1950 (Clark, 1981).

Luckens y Davis (1964) estudiaron en laboratorio los efectos del DDT en murciélagos, encontrando que las dosis letales para el 50% de la muestra considerada ( $LD_{50}$ ) eran de menos de 40 mg/kg. Estos resultados eran sumamente alarmantes, ya que indicaban una sensibilidad al producto mucho mayor que la encontrada hasta ese momento en otros mamíferos (150 en *Rattus norvegicus*, 400 en *Mus musculus* y 300 en *Oryctolagus cuniculus*).

En estudios posteriores se puso de manifiesto que la  $LD_{50}$  tenía una fuerte variación estacional, relacionada con las reservas grasas disponibles. Los murciélagos de zonas templadas precisan para la hibernación acumular reservas energéticas en forma de depósitos de grasa. Los compuestos organoclorados son liposolubles por lo que tienden a acumularse en estos depósitos. Mientras se encuentran en esta situación no tienen ningún efecto sobre los organismos. Al consumirse las reservas, los biocidas entran en circulación y se desplazan hacia el cerebro en donde pueden ser letales dependiendo de la concentración. De esta manera se ha encontrado que en otoño los murciélagos son mucho más tolerantes a los organoclorados que en primavera (fecha en la que se realizaron los primeros experimentos). Los animales que en otoño toleraron dosis altas, mueren en primavera al movilizarse los biocidas (Luckens, 1973).

Para estimar de forma más correcta la letalidad de los organoclorados se mide el efecto sobre el cerebro bien considerando la concentración letal media en cerebro (Clark, 1981) o bien considerando el grado de inhibición

cerebral de ATPasas (Esher et al., 1980) , en ambos casos se ha encontrado que la sensibilidad de los murciélagos es similar a la de otros mamíferos y/o aves.

Como conclusión podemos resaltar que a pesar de que los murciélagos muestran una sensibilidad normal a estos productos, el hecho de que puedan acumular en las reservas grasas biocidas organoclorados les pone en franca desventaja frente a otros vertebrados si la puesta en circulación se produce de forma rápida impidiendo su eliminación y alcanzando elevadas concentraciones en el cerebro.

### **Efectos de los tratamientos fitosanitarios extensivos.**

Las primeras investigaciones que estudian los efectos de las fumigaciones agroforestales extensivas sobre los murciélagos se han llevado a cabo cuando estos tratamientos estaban ya cuestionados y eran menos intensos. Por lo tanto es muy difícil establecer los efectos cuando estas técnicas estaban en su apogeo. En todos los trabajos que se han realizado se han encontrado contenidos de organoclorados en murciélagos en mayor o menor grado, pero en muy pocos se ha podido establecer una relación cierta entre mortandades y uso de estos biocidas. Clark (1981) hace una exhaustiva revisión bibliográfica de estos estudios hasta esa fecha. Aquí únicamente mencionaremos algunos casos especialmente significativos que sirven para ilustrar el orden de magnitud de las consecuencias catastróficas que sobre los murciélagos debieron tener en el pasado los tratamientos fitosanitarios con organoclorados.

*Tadarida brasiliensis* es una especie de murciélago cavernícola que tiene en el sur de Estados Unidos y norte de México colonias con poblaciones de hasta millones de individuos. Constituyen las agregaciones monoespecíficas más notables entre los vertebrados. En Carlsbad Cavern, en Nuevo México, existía una colonia cuyos efectivos en 1936 eran de 8'5 millones de individuos. La salida al atardecer de estos murciélagos era uno de los principales atractivos turísticos de la zona que está declarada Parque Nacional. Apartir de 1955 se observó una reducción de sus efectivos acompañada de la aparición frecuente de animales muertos. En 1957 se estimó la población en tan sólo 66.700 individuos y en otro censo llevado a cabo en 1973 en algo más de 200.000 (sobre este último la reducción de la población fue algo superior al 97%) (Altenbach et al., 1979). Entre las causas que produjeron esta catástrofe se pensó en el uso de DDT y en 1973 se comenzaron a realizar estudios al respecto. Esta población de *Tadarida brasiliensis* es migratoria cría en esta cueva y pasa el invierno en el este de México (Cockrum, 1969). Tanto la zona de cría como la de invernada están enclavadas en áreas agrícolas con extensos cultivos de algodón que estuvieron sometidos durante mucho tiempo a fuertes tratamientos de DDT. En los análisis realizados entre 1973 y 1976 (posteriores a la prohibición del DDT en Estados Unidos) se encontraron importantes niveles de DDE en los murciélagos examinados. Aunque estos niveles no eran letales podían justificar las mortandades anteriores (Geluso et al., 1981). Pero lo más significativo de estos estudios fueron otros aspectos. Se encontró que las madres transfieren a la cría importantes cantidades de DDT y sus metabolitos DDE y DDD, principalmente a través de la leche materna, hecho generalizado entre los mamíferos. Las crías pueden soportar estos niveles porque la almacenan en la grasa que utilizarán durante su primera migración otoñal (Wilson et al., 1978; Geluso et al., 1981). Simulando el gasto de grasa de la migración se observó una acumulación letal de los biocidas en el cerebro (Geluso et al., 1976).

Otro caso que afectó a la misma especie fue el de la colonia de Eagle Creek Cave en el este de Arizona. En 1964 la población se estimó en 25 millones de individuos, en 1969 se calculó que había descendido hasta tan solo 30.000 (Cockrum, 1969 y 1970).

Otro censo de 1970 señala una población de 600.000 (Wilson et al., 1978), lo cual supone una reducción del 97'6% en el caso menos desfavorable. Durante el verano de 1968 se observaron muchos animales muertos y moribundos por toda la zona, hecho que también había ocurrido en años anteriores, aunque con menor intensidad. Se examinaron algunos ejemplares para ver si la causa era debida a una epidemia de rabia con resultados negativos, pero no se hizo ningún análisis de biocidas en ese año. En análisis realizados en los años siguientes se encontraron niveles de DDE muy bajos que no justificaron las mortandades de 1968. Los resultados de análisis de columnas de guano de esta cueva tampoco apoyaron la tesis de envenenamiento por DDT. La única justificación coherente es que las aplicaciones no fueron sólo de DDT. A este producto se le mezcló metilparatión biocida organofosforado que pasó desapercibido en los análisis. Se sabe que el DDE multiplica sus efectos sobre algunos vertebrados cuando se mezcla con paratión (Clark, 1981).

El tercer ejemplo, también en Estados Unidos, afecta a una especie que se considera amenazada y que vive en el sureste del país, *Myotis grisescens*. Es el primer caso en el que se ha podido establecer que la causa directa de la mortandad ha sido un compuesto organoclorado, en esta ocasión el dieldrin. En un control realizado en 1976 en tres cuevas de Missouri se encontraron individuos jóvenes muertos que fueron analizados. Los de dos de ellas contenían

restos de dieldrín en el cerebro en cantidades letales (Clark et al., 1978). Posteriores investigaciones centradas en una de estas cuevas que inicialmente contaba con 1.800 individuos, indicaron un mantenimiento de los niveles de dieldrín y un aumento de heptacloro y sus derivados que también alcanzaron niveles letales (Clarck et al., 1980). La población siguió declinando hasta desaparecer en 1979, en un control posterior en 1982 la cueva seguía vacía (Clark et al., 1983). El envenenamiento inicial estuvo asociado al uso de dieldrín en los cultivos próximos de maíz que produjeron altos niveles de contaminación en los coleópteros de la zona (Clark et al., 1978). Las recomendaciones del primer estudio hicieron que se cambiara este producto por heptacloro aunque los efectos fueron los mismos. Posteriormente se han encontrado mortandades similares en otros refugios de esta especie también en Missouri (Clark et al., 1983; Clawson y Clark, 1989).

El último ejemplo se refiere a Europa. En el verano de 1982 fueron encontrados muertos en una cueva de Sicilia 500 *Miniopterus schreibersi* y 100 *Myotis myotis*. Los murciélagos se encontraban muy secos yaunque los restos analizados contenían DDT y DDE en cantidad importante es difícil estimar si los niveles eran letales. Los autores del estudio estiman que la mortandad fue en primavera yosiblemente debida a tratamientos fitosanitarios realizados en esta época de máxima sensibilidad para los murciélagos (Corrao et al., 1985).

### **Efectos de las fumigaciones directas sobre refugios.**

Dentro de este apartado hay que considerar dos supuestos bien diferentes. Las fumigaciones cuya finalidad es exterminar o desalojar una colonia y en las que se realiza un tratamiento por otras causas (principalmente para conservación de estructuras de madera contra insectos xilófagos y hongos) y que pueden afectar a los murciélagos que allí viven.

Clark (1981) revisa los casos publicados sobre efectos de fumigaciones en refugios con el propósito de desalojarlos. En general, se trata de colonias en edificios que por diversas causas producen problemas, reales o no, a sus habitantes. Dependiendo de las dosis y los productos se consiguen los objetivos en mayor o menor grado, pero casi nunca de forma total. Además, se suele crear un nuevo problema que consiste en aumentar las posibilidades de contacto con los humanos al aparecer muchos murciélagos caídos en el suelo incapaces de volar. Estos encuentros son considerados en América un importante factor de riesgo, debido al papel que tienen estos animales como vectores de la rabia. Como solución alternativa más efectiva y con menor riesgo se propone el sellar los refugios cuando los murciélagos se encuentran fuera de ellos (Brighan y Fenton, 1986).

En general, este tipo de tratamientos se han llevado a cabo con especies que se han convertido en comensales del hombre al ser capaces de utilizar las construcciones humanas como refugios lo cual les ha permitido un importante incremento de sus efectivos.

En las fumigaciones en las que los murciélagos no son el objetivo, sin duda habrán afectado cuantitativamente de forma mayoritaria a estas especies comunes pero se sabe de bastantes casos, al menos en Europa, en los que algunas de las especies afectadas se encuentran en un importante estado de regresión.

Mitchell-Jones et al. (1989) revisan los efectos de este tipo de tratamientos y los casos conocidos en Gran Bretaña. Los productos generalmente utilizados, lindano, pentaclorofenol y hasta hace poco dieldrín, son altamente tóxicos para los murciélagos. No es necesario que los murciélagos se encuentren en el refugio cuando se hace la aplicación para que resulten perjudicados gravemente. Racey y Swift (1986) han demostrado que el lindano y pentaclorofenol son letales para *Pipistrellus* incluso si el refugio es ocupado 14 meses después del tratamiento. La cuantificación de los efectos de este tipo de tratamientos es difícil de evaluar porque las colonias en edificios pasan desapercibidas fácilmente y los cadáveres sólo son visibles en raras ocasiones. En gran parte de Europa Central y occidental una importante fracción de las poblaciones de murciélagos utilizan en alguna época del año las casas como refugio.

Uno de los casos más paradigmáticos se refiere a una de las escasísimas colonias de cría conocidas en Europa occidental de *myotis dasycneme*, localizada en una iglesia en Holanda. Esta iglesia fue restaurada entre 1972 y 1977. En el invierno de 197-73 y a finales de 1976 se hicieron tratamientos para conservación de la madera cuando los murciélagos no estaban allí. En los años que siguieron a los tratamientos se encontraron muchos jóvenes muertos que, una vez analizados, mostraron altos contenidos de dieldrín y DDT y sus metabolitos después del primer tratamiento y lindano y pentaclorofenol en ambos (Voûte, 1981; Leeuwangh y Voûte, 1985).

La solución para los problemas causados por este tipo de tratamientos parece sencilla, sustituir los compuestos organoclorados por piretroides en el caso de insecticidas y por fungicidas no tóxicos para los murciélagos como 'borester-7' y octoato de zinc que tienen una eficacia similar a los productos utilizados normalmente (Racey y

Swift, 1986).

### **Efectos de los bifenilos policlorados PCBs.**

Estos compuestos son productos de amplio uso industrial de composición similar a la de los biocidas organoclorados que, aunque no se usan como tales, tienen los mismos efectos.

Aunque la utilización de los PCBs está restringida, al prohibirse su uso en sistemas abiertos, hay un aporte continuo y significativo al medio, más intenso en zonas industriales.

Los efectos de los PCBs en los murciélagos están muy mal conocidos. No existen datos sobre su letalidad ni se conocen casos de muertes atribuibles a estos productos. Estas diferencias con respecto a los insecticidas posiblemente se deben a la distinta manera en que llegan al medio, que en el caso de los biocidas se concentran grandes cantidades en poco tiempo. Por esta causa las mortandades, de producirse, nunca serán aparatosas como en los biocidas sino más continuas a lo largo del tiempo.

Clark (1981) recopila la escasa información disponible hasta esa fecha. Al parecer la transferencia de la madre a la cría es mayor a través de la placenta y menor por la leche que en otros compuestos organoclorados. Sin que exista una relación causal demostrada, parece que las hembras jóvenes preñadas tratadas experimentalmente con PCBs paren crías muertas más frecuentemente que las hembras adultas sometidas al mismo tratamiento. También se ha observado que las hembras con la edad presentan contenidos más bajos. Disser y Nagel (1989) abundan en el tema y encuentran que la transferencia total de PCBs de madre a cría es mayor que en el caso de DDT y sus metabolitos, lo cual puede justificar la mayor 'limpieza' de las hembras adultas. Pero ponen de manifiesto lo peligroso que puede resultar para los machos, ya que alcanzan niveles de contaminación 10 veces mayores que las hembras.

### **SITUACION EN ESPAÑA**

Si la información sobre la evolución de las poblaciones de quirópteros en España en el último siglo es sumamente escasa y casi anecdótico, la relativa al papel que han podido jugar los biocidas organoclorados es nula. Por lo tanto es practicamente imposible conocer no sólo el impacto que causaron en el momento de máxima utilización sino también el de las medidas restrictivas tomadas más tarde.

Dado que el uso de biocidas organoclorados está actualmente muy limitado a aplicaciones concretas y de excasa extensión, es de suponer que a un nivel territorial general la contaminación por estos productos se deba a los restos que aún persisten de actuaciones pasadas de mayor magnitud. Un caso especial sería el de los PCBs que, aunque regulados, se siguen vertiendo al medio de forma continua. Aunque de escaso valor cuantitativo los tratamientos puntuales relacionados con refugios o posibles refugios tienen una gran importancia en cuanto al número de murciélagos que pueden resultar afectados.

### **OBJETIVOS**

Para tratar de corregir estas carencias de información y poder seguir en el tiempo la evolución de los niveles de contaminación por estos productos, es necesario, aunque con retraso, caracterizar la situación actual. Este seguimiento es imprescindible para evaluar las actuales restricciones de uso y las posibles decisiones a tomar en el futuro.

El tiempo transcurrido desde que se restringió el uso de organoclorados ha jugado a favor de la homogeneización de los niveles de contaminación a nivel espacial. Sin embargo, es de esperar que puedan existir diferencias territoriales dependiendo de la intensidad de los pasados tratamientos. También se puede hipotetizar, de acuerdo con lo expuesto anteriormente, que los niveles de contaminación sean variables en función de la especie, edad y época del año.

El objetivo fundamental de este estudio es caracterizar la situación actual de los niveles de contaminación por biocidas organoclorados en quirópteros dentro del territorio nacional. Asumiendo que es posible la existencia de variaciones geográficas, específicas, estacionales y debidas a la edad.

Dependiendo de los resultados obtenidos podrá considerarse la posibilidad de utilizar a los murciélagos como bioindicadores del nivel general de contaminación por biocidas organoclorados.

### **AREAS DE ESTUDIO**

La manera más correcta para enfocar esta investigación sería seleccionar varias poblaciones ubicadas en territorios de los que exista información completa sobre los tratamientos con biocidas que han sido aplicados. Por desgracia, resulta prácticamente imposible el encontrar zonas con estadísticas de los tratamientos y con poblaciones de murciélagos. De forma generalizada, los datos son siempre fragmentarios, habiéndose agravado la situación con las transferencias de competencias en estos temas a las Comunidades Autónomas, sin que aparezcan archivos anteriores a las fechas en que se efectuaron dichas transferencias. En el caso de las propiedades privadas, la dificultad aumenta aun más, existiendo una gran reticencia a proporcionar información, lo que nos hace pensar que la escasa que se puede obtener probablemente no sea cierta. Ante esta situación se ha optado por elegir una vía indirecta, pero más fiable. La intensidad de los tratamientos con biocidas está en función de las plagas que afectan a la vegetación (natural o de tipo agrícola) y al valor que tenga el aprovechamiento a que está sometido el terreno. De esto se puede deducir que los tratamientos serán más intensos en cultivos agrícolas de alto rendimiento y menores en cultivos de carácter extensivo.

Por otra parte la selección de las áreas de estudio por este método permitirá una extrapolación de los resultados más real a la hora de establecer una caracterización a nivel estatal.

Siguiendo este razonamiento se han elegido cuatro zonas con distinto tipo de aprovechamientos agrícolas y/o forestales que pueden ordenarse fácilmente en cuanto a la intensidad de los tratamientos con biocidas a los que presumiblemente han sido sometidos.

Estas zonas han sido seleccionadas teniendo en cuenta que estuvieran presentes las tres especies de murciélagos incluídas en el estudio y con poblaciones de tamaño suficiente como para que la extracción de muestras no suponga un perjuicio para dichas poblaciones.

Los tipos de cultivo o aprovechamiento elegidos, ordenados de mayor a menor intensidad de presumibles tratamientos con biocidas han sido los siguientes:

- 1.- Zona forestal sin tratamientos.
- 2.- Zona forestal con tratamientos esporádicos.
- 3.- Zona de cultivos de secano (cereales, olivar, viñedo, etc).
- 4.- Zona de regadío con cultivos de huerta de alto rendimiento.

A continuación describiremos con detalle la localidad seleccionada para cada uno de los tipos de zonas. La descripción está basada en la cartografía de los mapas de cultivos y aprovechamientos de España (MAPA, 1988). La información se refiere a superficies circulares con centro en la localidad de muestreo y de radio de 10 y 25 km (314 y 1963 km<sup>2</sup> respectivamente). Se han considerado estas dos clases de tamaño de superficies para ofrecer una idea más detallada de la posible incidencia según la movilidad de las especies de murciélagos.

**FIG. 1.** Localización de las áreas de estudio: 1 Sierra de Cameros. 2 Sierra de Cádiz- Málaga. 3 Zona de Mollina. 4 Zona de Aranjuez.

#### 1.- Zona forestal sin tratamientos.

La localidad seleccionada se encuentra en la Sierra de Cameros (La Rioja), teniendo como centro los términos municipales de Ortigosa y El Rasillo.

La vegetación de la zona es la característica de zona de montaña de la mitad septentrional de Iberia. En un radio de 10 km predominan extensas masas de rebollo (*Quercus pirenaica*) y en menor proporción haya (*Fagus sylvatica*) y pino silvestre (*Pinus sylvestris*) con manchas de matorral principalmente de ericáceas, siendo prácticamente nula la superficie destinada a cultivos (fig. 2, tabla I). En un radio de 25 km aumenta la proporción de terreno cultivado al alcanzar algunas partes más bajas próximas al valle del Ebro, pero manteniéndose muy elevado el porcentaje de terreno no roturado (fig. 2, tabla I).

En el círculo menor nunca se han hecho tratamientos fitosanitarios, al menos de forma importante. En el círculo de 25 km se han hecho en las zonas periféricas agrícolas y, recientemente, en algunas repoblaciones de pino laricio

(*Pinus nigra*) , también periféricas y con insecticidas no organoclorados.

## 2.- Zona forestal con tratamientos esporádicos.

Se ha escogido los alrededores del complejo cavernícola Ramblazo-Motilla, en las sierras limítrofes de las provincias de Cádiz y Málaga. Los principales términos municipales afectados son Cortes de la Frontera, Jimena de la Frontera, Alcalá de los Gazules y Jerez de la Frontera (Montes Propios).

Los murciélagos han sido capturados bien en los numerosos refugios (cuevas) presentes en la zona, bien durante el periodo de actividad nocturna .

La vegetación de la zona está formada por extensas masas de alcornoques (*Quercus suber*) y quejigos (*Q. canariensis*) en un buen estado de conservación. En un círculo de 10 km de radio ésta es la formación predominante con una proporción menor de matorral que, generalmente, también cuenta con arbolado disperso (fig. 3, tabla 1). Ampliando el círculo a 25 km disminuye la proporción forestal pero se mantiene muy elevado el porcentaje de terreno no cultivado (fig. 3, tabla 1).

**TABLA 1. Porcentaje de superficies con distintos tipos de aprovechamientos en círculos de 10 y 25 km de radio en cada localidad considerada.**

LOCALIDADES								
	(1)		(2)		(3)		(4)	
	CAMEROS		CADIZ		MOLLINA		ARANJUEZ	
	25	10	25	10	25	10	25	10
Cultivos en regadío	3,26		2,90		6,41	6,46	11,92	26,82
<b>TOTAL REGADÍO</b>	<b>3,26</b>	<b>0,00</b>	<b>2,90</b>		<b>6,41</b>	<b>6,46</b>	<b>11,92</b>	<b>26,82</b>
Labor intensiva	3,07		3,20		21,13	19,05	34,93	16,56
Labor extensiva			4,56	2,23				
Frutales e secano			4,40		0,10			
Olivar			1,60		58,32	64,97	4,94	6,29
Viñedo	2,82				0,93	3,40	9,58	
Olivar / Viñedo							8,49	6,95
<b>TOTAL SECANO</b>	<b>5,89</b>	<b>0,00</b>	<b>9,76</b>	<b>2,23</b>	<b>80,48</b>	<b>87,42</b>	<b>57,94</b>	<b>29,80</b>
Pastizal	2,70	6,01	11,57		1,24			
Matorral	40,07	35,14	33,90	18,15	6,51	5,44	26,97	40,40
Fronosas	24,88	49,05	35,50	79,62	1,55			
Coníferas	17,78	1,89			0,05		1,09	
Coníferas / Fronosas	4,430	7,61						
<b>TOTAL NO CULTIVADO</b>	<b>89,96</b>	<b>99,7</b>	<b>80,97</b>	<b>97,77</b>	<b>9,35</b>	<b>5,44</b>	<b>28,06</b>	<b>40,40</b>
Improductivo de tierra	0,50		3,91		1,29		2,08	2,98
Improductivo de agua	0,50	0,30	2,45		2,48	0,68		
<b>TOTAL IMPRODUCTIVO</b>	<b>1,00</b>	<b>0,30</b>	<b>6,36</b>		<b>3,77</b>	<b>0,68</b>	<b>2,08</b>	<b>2,98</b>

LEYENDA DE LAS FIGURAS 2 A 5, SEGUN EL MAPA DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS DE ESPAÑA (MAPA, 1989).

**FIG. 2** Usos del suelo en círculos de 10 y 25 km de radio en la Sierra de Cameros.

En esta zona se han producido periódicamente plagas, principalmente de lagarta peluda (*Lymantria dispar*), que han sido tratadas con biocidas cuando han alcanzado altos niveles.

### 3.- Zona de cultivo de secano.

La localidad seleccionada tiene su centro en el Cerro de la Camorra, término municipal de Mollina, provincia de Málaga. Se trata de un pequeño accidente orográfico en medio de una llanura. En el cerro se encuentran varias cuevas en donde han sido capturados los murciélagos cavernícolas, principalmente en la Cueva de Organos. Los murciélagos no cavernícolas han sido colectados en las proximidades.

La vegetación está constituida básicamente por cultivos de secano, principalmente olivar y de labor intensiva (fig. 4, tabla 1). Tiene una distribución homogénea tanto a pequeña escala (radio 10 km) como a gran escala (25 km) (tabla 1). Las áreas de regadío son relativamente recientes, no son de carácter hortícola sino más extensivo.

### 4.- Zona de regadío.

La localidad elegida ha sido las vegas del Tajo y Jarama a su paso por Aranjuez. La zona cuenta con una importante extensión de cultivos de huerta de alto valor y de instauración muy antigua (anterior al uso de biocidas) (fig. 5). En la tabla 1 se ofrecen detalladamente los porcentajes de superficie que se destinan a distintos tipos de aprovechamientos en los dos casos considerados (radio de 10 y 25 km). Se aprecia que la superficie de regadío aunque importante, es menor que la destinada a cultivos de secano y cubierta con matorral. Este problema se planteaba en cualquier otra zona de regadío que no fuera de creación muy reciente y con cultivos de huerta, debido a que siempre se encuentran en riberas de ríos y tienen forma lineal y no circular.

Los murciélagos han sido capturados en el refugio de la Casa de la Monta mientras estaban en reposo y en sus proximidades en los periodos de actividad. En todos los casos las capturas son en la zona de huertas o sus proximidades. El territorio de caza de los murciélagos debe circunscribirse principalmente a la zona de vega, dado lo ralo del área de matorral de los alrededores. Esta circunstancia disminuye el efecto de la extensión de 'no huerta'.

**FIG. 3** Usos del suelo en círculos de 10 y 25 km de radio en la Sierra de Cádiz-Málaga.

**FIG. 4** Usos del suelo en círculos de 10 y 25 km de radio en la zona de Mollina.

**FIG. 5** Usos del suelo en círculos de 10 y 25 km de radio en la zona de Aranjuez.

## ESPECIES DE MURCIELAGOS SELECCIONADAS

La selección de las especies de murciélagos en las que se basa el estudio se ha llevado a cabo teniendo en cuenta dos criterios principales:

- 1.- Amplia distribución y poblaciones abundantes que posibiliten su localización en las zonas de muestreo y que la extracción de individuos no afecte muy negativamente a sus efectivos. En los casos en que por distintas causas alguna de las especies resulte difícil de conseguir se propone alguna especie similar alternativa.
- 2.- Diferentes grados de movilidad.

Esta segunda característica es fundamental para testar el grado de dispersión de los biocidas. Se trata de comprobar si para una localidad de muestreo determinada hay diferencias entre las distintas especies. Así por ejemplo en una zona sin tratamientos se puede pensar a priori que las especies menos móviles deben estar menos contaminadas que las móviles que pueden acceder a terrenos circundantes con tratamientos.

La definición de movilidad de un murciélago es compleja. Por una parte está el territorio que es capaz de abarcar en sus desplazamientos diarios de caza, que equivaldría al área de campeo y, por otra, hay que considerar los cambios de refugio dependiendo de los ciclos biológicos anuales (reproducción, hibernación, etc) que pueden constituir auténticas migraciones estacionales. En un extremo estarían las especies sedentarias y con área de campeo pequeña y en otro las migratorias (desplazamientos estacionales de al menos cientos de km) y con territorios diarios de caza amplios.

Las especies seleccionadas y sus características biológicas generales son las siguientes:

***Miniopterus schreibersi.***

Murciélago de la familia Vespertilionidae (algunos autores consideran el género con entidad taxonómica de familia, Miniopteridae). Talla mediana, antebrazo de unos 46 mm y peso entre 10 y 15 g. Especie cavernícola, muy gregaria (colonias de hasta varios millares de individuos). Se alimenta de insectos voladores que captura en el aire. Caza en espacios abiertos por encima de la cubierta vegetal con vuelo rápido y directo. Tiene las alas largas y relativamente estrechas, lo cual está en relación con la técnica de caza y la capacidad de vuelo.

Aunque es capaz de realizar desplazamientos de más de 300 km, no es considerada una especie típicamente migratoria, porque estos movimientos son un tanto anárquicos y no afectan igualmente a toda la población. Según Aellen (1983), las poblaciones de *Miniopterus* tienen un territorio muy amplio (más de 100 km de radio), con numerosos refugios alternativos entre los que se desplazan en grupos o aislados, de una manera irregular. En España son muy conocidos los recorridos entre el sur de Francia y Cataluña, que tienen un marcado carácter estacional y alcanzan más de 250 km (Serra y Balcells, 1985). Como medida de la capacidad de desplazamientos se puede indicar que la media de las distancias recorridas en 73 recapturas de *Miniopterus* anillados en la zona centro es de 67 km, sin considerar los controles (Paz et al., 1986).

De acuerdo con estas características es una especie con amplios desplazamientos y áreas de campeo probablemente muy grandes.

***Rhinolophus ferrumequinum.***

Murciélago de la familia Rhinolophidae. Talla mediana-grande (entre los quirópteros ibéricos), antebrazo de unos 55 mm y peso de 17 a 25 g. Especie cavernícola, gregaria (forma colonias de hasta varios centenares de individuos). Muestra segregación sexual relativamente marcada en el período de cría. Se alimenta de insectos aéreos que localiza desde posaderos o en vuelo. El espacio que utiliza se reduce al comprendido entre el suelo y el nivel de la vegetación.

Existe muy poca información sobre el área de campeo de la especie. Por medio de animales marcados con radioemisores, Stebbings (1982) encuentra en Gales que los desplazamientos diarios desde el refugio no superan los 8 km, siendo generalmente inferiores a 5. En un individuo, marcado por nosotros en Málaga, los movimientos eran inferiores a los 2 km.

En cuanto a posibles desplazamientos estacionales, en la bibliografía se citan como excepcionales los que alcanzan los 100 km (Paz et al., 1986). La media de las distancias de recaptura de individuos anillados en España es de 16 km sobre una muestra de 29 ejemplares (no se incluyen recapturas en el refugio de anillamiento) (Paz et al., 1986).

De acuerdo con estas características se trata de una especie sedentaria de área de campeo pequeña.

Como especie alternativa se ha elegido *Rhinolophus euryale* que cuenta con poblaciones más abundantes aunque de forma más local. El tamaño de *R. euryale* es algo menor y las características biológicas y de movimientos son prácticamente iguales.

***Pipistrellus pipistrellus.***

Murciélago de la familia Vespertilionidae. Pequeño tamaño, el menor de los murciélagos Ibéricos, antebrazo de unos 30 mm y peso alrededor de los 5 g. Especie fisurícola, utiliza como refugios cavidades en árboles y grietas en rocas. Ha sabido aprovechar perfectamente las grietas y resquicios de las construcciones humanas, con lo que ha aumentado considerablemente los refugios potenciales. Medianamente gregario dependiendo del tamaño del refugio, puede formar colonias de varios centenares de individuos o incluso superar el millar en condiciones muy favorables, pero en refugios naturales generalmente los grupos no superan el centenar de ejemplares. Caza insectos aéreos volando entre la vegetación o algo por encima de ella con un vuelo maniobrable.

Los territorios de caza de las colonias son reducidos. En el caso de una colonia estudiada en Escocia por medio de cápsulas quimioluminiscentes, los desplazamientos desde los refugios siempre fueron inferiores a los 5 km, siendo la media entre 1 y 2 km, dependiendo de la condición reproductora de los individuos (Racey y Swift, 1985).

En cuanto a los movimientos estacionales no hay información en nuestras latitudes. En el norte del área de distribución (URSS) se conoce algún desplazamiento que llegó a los 1000 km (Strelkov, 1969), pero este caso es en

condiciones de invierno extremas que obliga a las especies no cavernícolas a efectuar largas migraciones a lugares de temperatura invernal más benigna. En nuestro país, con seguridad, no se dan movimientos de esta magnitud.

Podemos considerar esta especie de área de campeo pequeña y con posibles movimientos estacionales de mediana magnitud.

Como especie alternativa en los casos en que no se pueda conseguir suficiente material se ha considerado *Pipistrellus kuhlii* que es de tamaño ligeramente superior y de costumbres posiblemente idénticas.

---

El Ministerio de Medio Ambiente agradece sus comentarios. Copyright © 2006 Ministerio de Medio Ambiente