

Estudio de riqueza y distribución de murciélagos en Aranjuez

En búsqueda de aliados para controlar las plagas del arbolado urbano

Alberto Hurtado Hernández¹,
Andrés Fernández Jiménez²,
Pablo Pereira Sieso³,
Luis Hiernaux Candelas⁴

¹Ingeniero forestal. Jefe de equipo técnico de INFFE, S. L.
Ingeniería para el Medio Ambiente.

²Estudiante del máster en Restauración de Ecosistemas de la
Universidad Complutense de Madrid.

³Biólogo. Jefe equipo científico en INFFE, S. L.
Ingeniería para el Medio Ambiente.

⁴Ingeniero de montes. Gerente de la empresa INFFE, S. L.

Tanto por su importancia ecológica como por su facilidad de muestreo a través de las nuevas tecnologías, los quirópteros han sido objeto de múltiples estudios en el medio urbano durante los últimos años.

Estos desconocidos mamíferos conviven perfectamente con los asentamientos humanos y aportan interesantes beneficios ecosistémicos, entre los que se encuentran el control de plagas. Por ejemplo, la temible procesionaria del pino, que puede llegar a causar alergia en humanos y mascotas.

En el presente trabajo, se presentan los resultados de su riqueza y distribución en la Ciudad de Aranjuez a través de muestreos activos (transectos) y pasivos (estaciones fijas). Los resultados obtenidos suponen un interesante punto de partida para estudios posteriores y permiten plantear estrategias de gestión para la conservación de las especies detectadas. Además, podrán potenciarse aquellas especies de mayor utilidad para el ser humano como controladores de plagas tanto de importancia sanitaria como para el arbolado urbano.

Palabras clave: murciélagos, control de plagas, Aranjuez, quirópteros, arbolado urbano.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Expansión de la urbanización

El ser humano está generando cambios de forma global en el medioambiente que afectan a la conservación de la biodiversidad (McKinney, 2008; Sala, 2000). Uno de estos generadores de cambios es el proceso de urbanización y su expansión a escala mundial, el cual sustituye o fragmenta hábitats naturales, crea desestructuración de comunidades en la fauna e introduce

en el medio contaminantes químicos y físicos, entre otros impactos negativos (Sala *et al.* 2000; McKinney, 2002; Baker & Harris, 2007; Young *et al.* 2011; Perugini *et al.* 2011; Scolozzi & Geneletti, 2012; Russo & Ancillotto, 2014; Jung & Threlfall, 2018).

Quirópteros en la ecología urbana: unos excelentes aliados todavía insuficientemente conocidos

Los murciélagos representan una oportunidad para realizar estudios

de ecología en el ámbito urbano. Los quirópteros (Orden: Chiroptera) se encuentran entre los mamíferos más comunes, diversos y mayormente distribuidos en entornos urbanizados a lo largo del planeta (Avila-Flores & Fenton, 2005; Jung & Kalko, 2011; Russo & Ancillotto, 2014; Krauel & LeBuhn, 2016) por las siguientes razones:

- 1) Al contar con la capacidad de volar, algunas especies de murciélagos pueden verse menos afectadas que especies no voladoras por impactos provocados por el ser humano (Gehrt & Chelstvig, 2003; Krauel & LeBuhn, 2016).
- 2) La ausencia de especies exóticas de murciélagos presentes en las comunidades reduce el impacto por su posible homogeneización (McKinney, 2008).
- 3) El ser humano no interfiere de forma directa en la búsqueda y obtención de sus recursos tróficos (Banks & Bryant, 2007; Chamberlain & Cannon, 2009).

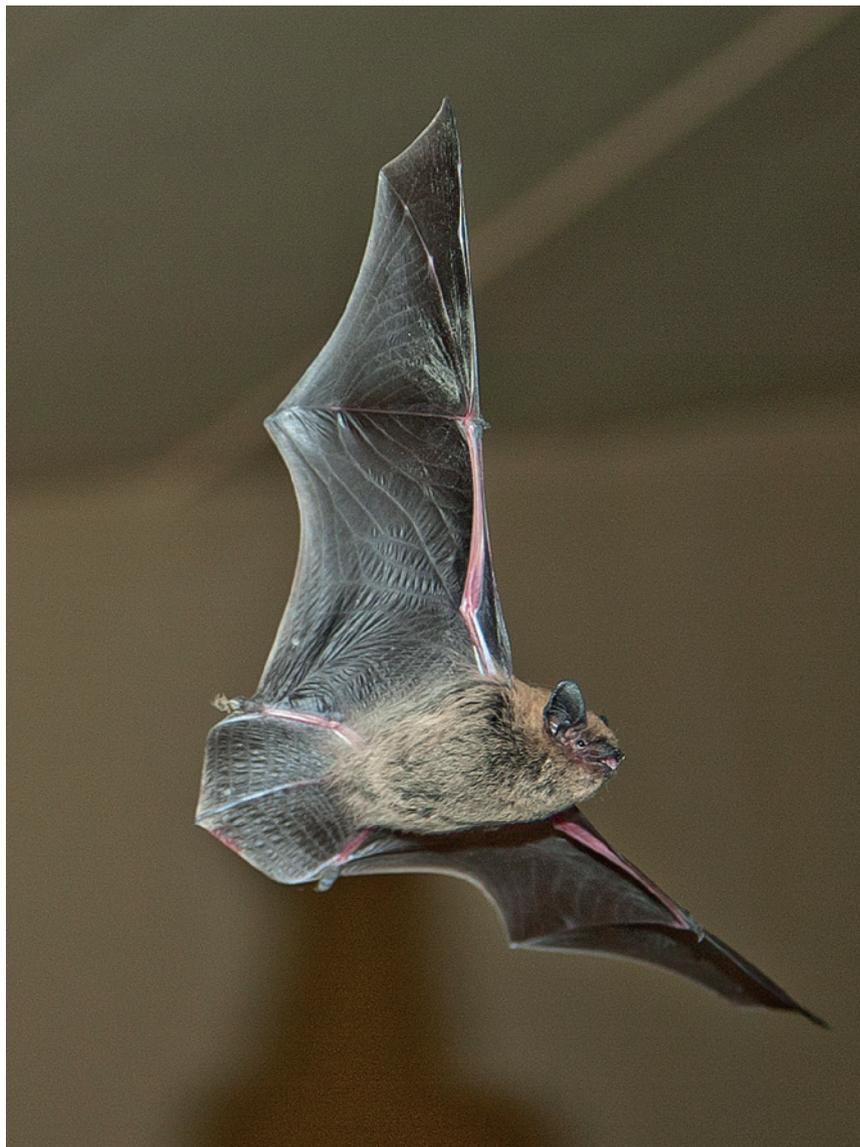
No obstante, y pese a lo anterior, los murciélagos se han visto afectados de forma negativa por el proceso de urbanización, dado que la abundancia y diversidad de estos se ha reducido con respecto las poblaciones en hábitats naturales, e incluso algunas especies parecen sufrir el efecto barrera provocado por las carreteras (Geggie & Fenton, 1985; Kurta & Teramino, 1992; Ávila-Flores & Fenton, 2005; Berthinussen & Altringham, 2012; Dixon, 2012).

Por otra parte, existen aspectos de las ciudades que propician la presencia de quirópteros:

- 1) el alumbrado urbano concentra las luces que atraen a presas de murciélagos, convirtiéndose en puntos de alimentación donde pueden cazar con mayor facilidad
- 2) proporciona variedad de refugios, tanto para la cría como durante la época activa de alimentación y reposo (Voigt *et al.* 2016; Villarroya-Villalba *et al.* 2021).

Servicios ecosistémicos de los quirópteros

Los murciélagos proporcionan una serie de servicios ecosistémicos



beneficiosos para el ser humano. Estos servicios se dan también en los entornos urbanos, controlando las poblaciones de insectos, tanto naturales como generadas por acción antrópica, que pueden causar molestias en la población o incluso transmitir patógenos específicos a personas o a la fauna.

Las plagas de insectos suponen una amenaza para los bosques, amenaza que se vuelve más grave dentro de un contexto de cambio climático en el que se espera que la herbivoría de los insectos aumente (Robinet & Roques, 2010; Jactel, 2012). En este mismo contexto, se prevé que el aumento de las temperaturas genere brotes más intensos de plagas con un área de distribución expandida hacia latitudes más alejadas del ecuador (Battisti *et al.* 2006; Netherer

& Schopf 2010; Klapwik *et al.* 2012). Existen datos concretos que afirman que un murciélago urbano (*Pipistrellus* spp.) puede llegar a consumir 3.000 mosquitos en una sola noche.

El ejemplo de la procesionaria del pino

La procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa* Denis & Schiffermüller 1775 (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) se ha extendido por toda la península ibérica y por las islas Baleares como consecuencia de repoblaciones intensivas con especies arbóreas del género *Pinus*, así como del aumento de las temperaturas (Battisti *et al.* 2005; Hódar *et al.* 2012). Los daños que sufren estos árboles van desde una reducción del crecimiento a la defoliación grave o incluso la muerte del árbol por

repetidas defoliaciones (Jacquet *et al.* 2012).

T. pityocampa también genera daños en la salud de las personas: sus orugas son urticantes y representan un grave peligro para los grupos de riesgo (Vega *et al.* 2011) y para los animales domésticos, como en especial el caso de los perros (Karakurum *et al.* 2022).

Hay estudios que han demostrado que la actividad de los murciélagos está directamente relacionada con la disponibilidad de presas, y que estos no solo buscan de forma activa aquellos lugares donde se concentran estos recursos, sino que además ajustan su actividad a la de la presa

(Müller *et al.* 2012; Fukui *et al.* 2006; McCracken *et al.* 2021). Charbonnier *et al.* (2014) demostraron que este comportamiento se manifiesta en la relación depredador-presa entre los murciélagos y la mariposa o adulto de *T. pityocampa* en plantaciones de pinos. Además, la mariposa de *T. pityocampa* muestra una preferencia espacial por los bordes de los bosques, mostrando un comportamiento espacial similar al de los murciélagos (Müller *et al.* 2012; Morris *et al.* 2010; Jantzen & Fenton, 2013). Estudios muy recientes han comprobado que una colonia de murciélagos puede consumir 60.000 adultos de procesionaria en el entorno

del Parque Nacional de Doñana en una sola noche (Aihartza, J. *et al.* 2023).

Los objetivos del estudio son:

- conocer la diversidad y distribución de especies de quirópteros en la ciudad de Aranjuez.
- establecer propuestas adecuadas asociadas a la gestión de plagas y a la conservación de la biodiversidad con información actualizada directa y de primera mano.
- aportar conocimiento sobre la ecología de la quiropterofauna en un entorno urbano específico.
- aportar información para futuros estudios sobre movimientos

***Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774)**

Emite señales de ecolocación con una duración de 10 a 15 ms, con intensidades que no superan los 26 kHz de frecuencia y una cadencia de entre 5 y 10, dependiendo de la cantidad de obstáculos del lugar. Puede formar colonias en viviendas habitadas sin causar molestias al ser humano.

***Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837)**

Señales a modo de pulsos de 10-12 ms de duración con un ritmo de 7-8 pulsos por segundo mientras cazan y 3-4 pulsos por segundo durante el vuelo de desplazamiento. La frecuencia del ultrasonido varía entre los 30 y 38 kHz. Ocupa una gran variedad de hábitats, entre ellos, paisajes rurales (arbolado, cultivos y pastos) y urbanos donde aprovechan fisuras en edificios o árboles de parques urbanos.

***Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817)**

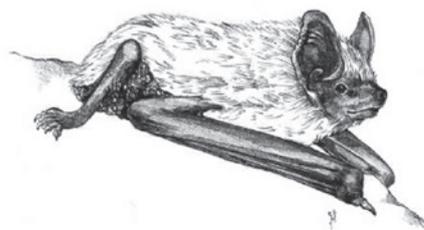
Las señales de ecolocación de *M. schreibersii* tienen una frecuencia máxima de 55 kHz. Estas emisiones son parecidas a las que emite *P. pygmaeus*, pero con intervalos de pulsos más regulares. Es una especie casi exclusivamente cavernícola, aunque en ocasiones puede utilizar fisuras de rocas, viviendas o puentes (Ibáñez, MITECO).

***Myotis blythii* (Tomes, 1857)**

Imposible de distinguir de *M. myotis* a través del análisis de ultrasonido. Emite pulsos de 62-28 kHz con una duración de 2-3 ms repetidos cada 50-90 ms. Ubica su hábitat en estepas y praderas. Utiliza para sus movimientos en el espacio los prados de siega



Barbastella barbastellus



Eptesicus isabellinus



Eptesicus serotinus



Hypsugo savii



Miniopterus schreibersii



Myotis daubentonii

Figura 1. Aspecto de cada una de las especies detectadas en el espacio aéreo de Aranjuez durante el año 2022 (imágenes tomadas del Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. 2007).

y pastizales artificiales. Puede llegar a utilizar como refugio huecos en edificios, aljibes y búnkeres (Ibáñez, MITECO).

***Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817)**

Esta especie emite señales entre los 69 y 25 kHz, con una intensidad máxima a 45

kHz. Las especies con las que podría confundirse no se encuentran entre las identificadas en la bibliografía consultada: *M. capaccinii*, *M. mystacinus*, *M. bechsteini* y *M. nattereri*. Esta especie está asociada a cursos de agua y puede encontrarse en grietas de distintos tipos de construcciones (Ibáñez, MITECO).

migratorios de especies.

- generar un proyecto de educación ambiental específico dirigido a los vecinos de Aranjuez.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio:

El estudio se desarrolló en la ciudad de Aranjuez, localizada en el sur de la Comunidad Autónoma de Madrid a una altitud de 495 msnm. La ciudad de Aranjuez es atravesada para el río Tajo, y además en su término municipal se localiza la confluencia con los ríos Jarama y Tajuña. En el norte del municipio se encuentran dos núcleos urbanos separados por el río Tajo: el barrio de “La Montaña” y

la localidad de “El Real Cortijo de San Isidro”.

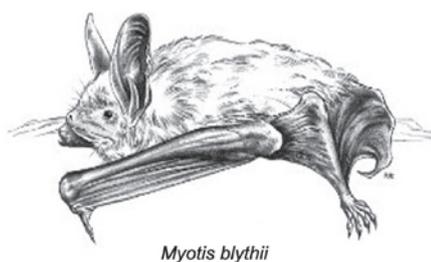
Una parte importante de Aranjuez pertenece a la zona especial de conservación catalogada como Lugar de Interés Comunitario de “Vegas, cuevas y páramos del sureste de Madrid” y a la ZEPA “Carrizales y Sotos de Aranjuez”, ofreciendo un entorno periurbano más rural y rodeado de huertas que conforman un paisaje único y característico. Al sur de Aranjuez destaca el humedal del Mar de Ontígola (VV. AA. 2004).

En lo referente a la revisión bibliográfica, se realizó una primera búsqueda acotando los años de publicación entre el 2012 y el 2022,

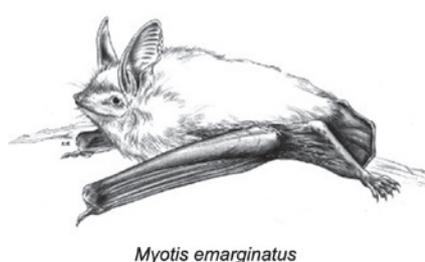
con el fin de contar con los datos más actualizados. Cuando no se encontró suficiente información, se realizó una segunda búsqueda eliminando el sesgo del año de publicación. También se consultó la base de datos de la Comunidad de Madrid (<https://www.comunidad.madrid/>) y el “Libro Blanco sobre Biodiversidad y la Conservación del Patrimonio Natural de Aranjuez”.

Antecedentes

Tras realizar la búsqueda bibliográfica se elaboró una lista de 19 especies de murciélagos ya detectadas en el municipio o en su entorno próximo, y que, por tanto, cabría esperar



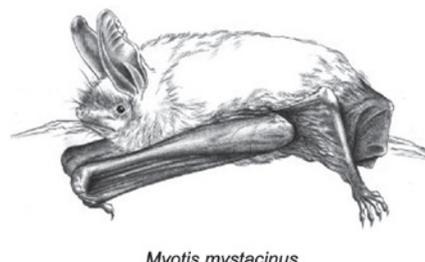
Myotis blythii



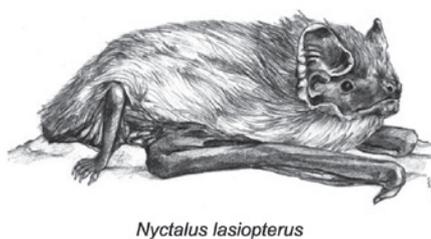
Myotis emarginatus



Myotis myotis



Myotis mystacinus



Nyctalus lasiopterus



Nyctalus leisleri

Myotis emarginatus (E. Geoffroy, 1806)

Utiliza pulsos de frecuencia y características variables dependiendo del entorno y la actividad. Dada esta variabilidad, resulta difícil identificar esta especie con certeza absoluta sin tener más datos aparte de los ultrasonidos. Puede encontrarse en todo tipo de hábitats, aunque es escaso en bosques cerrados (Ibáñez, MITECO).

Myotis myotis (Borkhausen, 1797)

Similares a los descritos para *M. blythii*. Habita en bosques maduros abiertos y pastizales arbolados. Puede ocupar cavidades en entornos urbanos, como desvanes y sótanos (Ibáñez, MITECO).

Nyctalus lasiopterus (Schreber, 1774)

Cuenta con dos tipos de emisiones de ul-

trasonido: uno con frecuencia terminal en torno los 17 kHz y una duración de 19 ms, y otro con frecuencia terminal más baja (15,3 kHz) y mayor duración (21,7 ms). En vuelo en altura parece que emite solo señales de frecuencia baja. Dado la similitud en frecuencias y ritmo, es difícil diferenciarla de *N. noctula*. Requiere bosques maduros de, generalmente, *Quercus* spp. y *Fagus sylvatica*, utilizando oquedades en los árboles como refugio (Juste, MITECO).

Nyctalus leisleri (Kuhl, 1817)

Emite señales de 9 a 14 ms de duración, con frecuencias intercaladas que van desde los 23 hasta los 31 kHz. Fácilmente identificable con detectores de ultrasonidos. Especie fundamentalmente forestal que puede ocupar zonas arboladas en entornos urbanos.

Nyctalus noctula (Schreber, 1774)

En vuelo emite dos tipos de ultrasonidos: unos se inician a 45 kHz y finalizan en 25 kHz (máxima intensidad); otros, de mayor duración, se inician a 25 kHz y finalizan en 19 kHz. Estos ultrasonidos pueden confundirse con los de *N. lasiopterus*. Además, pueden emitir sonidos muy variables, de carácter social, en vuelo o desde el refugio; estos pueden ser oídos a más de 50 m de distancia. Es una especie forestal, pudiendo refugiarse en huecos de árboles. En ciudades es posible encontrarlo utilizando cajas-refugio o en grietas de muros, edificios y puentes. Los únicos refugios conocidos en España se sitúan en parques, donde utiliza diversas especies de árboles.

encontrarlas durante el presente estudio.

Tras la elaboración de este, se realizó una lista con una representación de las principales características de emisiones de ultrasonidos y el uso del hábitat urbano para ayudar en la identificación durante el trabajo de campo y añadir de este modo otro factor de reducción de error. De modo que cuando el detector activo ofreciera dos opciones de identificación para una misma grabación se pudiera seleccionar la más correcta, sin perjuicio de la filtración posterior en el tratamiento de datos.

Muestreo de quirópteros

Se realizaron muestreos sistemáticos entre los meses de abril y octubre del año 2022 (Mapa 1). Los muestreos se dividieron en:

MUESTREO ACTIVO.

Realización de transectos móviles

Consistió en la realización de cuatro transectos: 1) transecto norte; 2) transecto central; 3) transecto sur y 4) transecto "Cortijo".

Los transectos se diseñaron previamente con el programa Qgis 3.22.2 (<http://www.qgis.org>) y contaron con una longitud de entre 8,8 y 12,6 km (Tabla 1) para cubrir la mayor parte del área de estudio. Para

este método se utilizó el detector de ultrasonidos "Echo Meter 3.0" (Wildlife Acoustics, Inc.) acoplado a un teléfono móvil.



Dispositivo Echo Meter 3.0 para detección de ultrasonidos de forma activa

Pipistrellus kuhlii (Kuhl, 1817)

Emite señales con una frecuencia máxima de 38-41 kHz, con 8-12 ms de duración. Los cantos sociales son una serie de dos pulsos muy rápidos, con máxima energía a los 14-16 kHz. Utiliza fisuras en árboles y se encuentra en entornos urbanos, donde utiliza fisuras y grietas de los edificios. Está muy adaptado a cazar en las farolas de las ciudades.

Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774)

Especie de hábitos fisurícolas. Puede encontrarse en hábitats muy humanizados, utilizando grietas y oquedades, árboles, cajas-nido y construcciones. Está adaptado a cazar en el alumbrado urbano.

Pipistrellus pygmaeus (Leach, 1825)

Emite señales con valores medios de frecuencia de máxima intensidad entre 52 y 56 kHz. Las llamadas sociales se oyen sobre todo en torno a 20 kHz, y las de alarma, en torno a los 26-40 kHz. Utiliza refugios similares a los de *P. pipistrellus*. En entornos urbanos puede ocupar la parte alta de áticos y falsos techos. Tolerancia de temperaturas de hasta 40 °C.

Plecotus austriacus (Fischer, 1829)

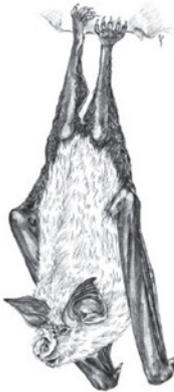
Emite pulsos de ecolocalización con frecuencias entre 85 a 25 kHz, con una intensidad débil que apenas supera los 5 m de alcance. Las señales son prácticamente indistinguibles de las de *P. auritus*. Se halla en hábitats variados, desde bosques a paisajes sin arbolado. Muestra preferencia por entornos ligados a paisajes humanizados. Está adaptado a la caza de insectos en las farolas.



Plecotus austriacus



Rhinolophus euryale



Rhinolophus ferrumequinum



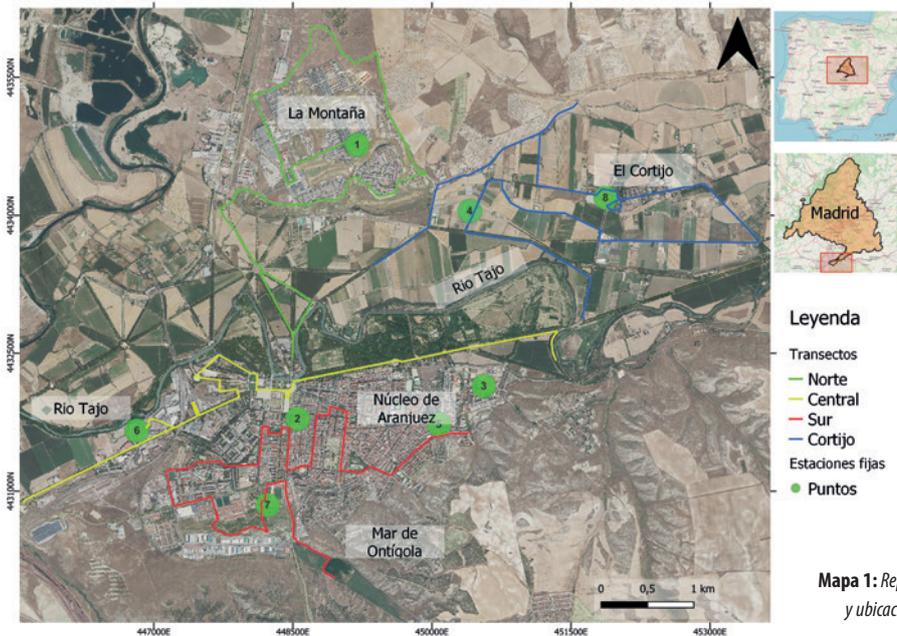
Rhinolophus hipposideros



Rhinolophus mehelyi



Tadarida teniotis



Transecto	Longitud (metros)
Norte	11 251
Central	8 882
Sur	9 921
Cortijo	12 610
Total	42 664

Tabla 1. Longitudes de los transectos realizados

Mapa 1: Representación de los 4 transectos activos y ubicación de los 8 puntos de escucha fijos

***Rhinolophus euryale* (Blasius, 1853)**

Utiliza pulsos de ecolocalización de 20-30 ms de duración, con frecuencia de máxima energía entre 102-105 kHz. Es fácilmente confundible con *R. mehelyi*. Pueden encontrar

trarse individuos aislados en edificaciones. Caza en entornos con cobertura vegetal boscosa o arbustiva muy fragmentados. Se han encontrado individuos en edificaciones.

Rhinolophus ferrumequinum

(Schreber, 1774)

Emiten con una frecuencia constante de 78 kHz durante la búsqueda de presas, con pulsos de 11 y 13 segundo. Utiliza cualquier medio, aunque prefiere espacios arbolados. Durante la época activa puede habitar construcciones antrópicas.

***Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800)**

Emiten pulsos constantes de 20-30 ms de duración, de frecuencia constante y acabados en un fragmento descendente. En vuelo pueden tener una duración de 40-69 ms. La frecuencia de emisión depende de la temperatura ambiental, generalmente entre los 106-111 kHz. Puede ser confundido con cierta facilidad con *R. mehelyi* y *R. euryale*.

***Rhinolophus mehelyi* (Matschie, 1901)**

Emiten señales de frecuencia constante de 20 a 30 ms de duración, con frecuencia máxima entre los 104 y los 109 kHz. Puede ser confundido con cierta facilidad con *R. hipposideros* y *R. euryale*. Es una especie cavernícola estricta, que habita en cuevas y minas.

***Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814)**

Muestran gran variedad de llamadas sociales. Las señales de ecolocalización tienen una duración de 15 ms de media (varían entre los 8-27 ms). El intervalo entre pulsos oscila entre 200 y 1.400 ms. Emite ultrasonidos entre 9-15 kHz, con máxima intensidad en 11,4 kHz. El intervalo de todos los tipos de llamadas es audible para el oído humano. Pueden encontrarse en estructuras antrópicas tales como puentes y edificios.



Nyctalus noctula



Pipistrellus kuhlii



Pipistrellus nathusii



Pipistrellus pipistrellus



Pipistrellus pygmaeus



Plecotus auritus

El muestreo activo se llevó a cabo bajo condiciones meteorológicas y de registro de sonido similares a lo largo de las cuatro horas posteriores al ocaso, evitando de esta forma la sistematicidad de la actividad de los quirópteros (generalmente son más activos a la última hora de la tarde) (Gehrt & Chelsvig, 2003; Ávila-Flores & Fenton, 2005; Tena *et al.* 2020). Se completaron siete ciclos a lo largo del estudio. Cada ciclo contaba con cuatro muestreos, uno por cada transecto (Tabla 2), de tal manera que una vez al mes quedaba peinada toda la ciudad.

MUESTREO PASIVO:

Estaciones de escucha fija

Por otra parte, se instaló un detector fijo que recogía automáticamente los ultrasonidos en ocho puntos distintos distribuidos por toda el área de estudio (Mapa 1). Los puntos se seleccionaron de tal forma que quedara representado todo el casco urbano y la periferia, pero dando preferencia a particulares residentes en Aranjuez (o edificios municipales) que ofrecieron voluntariamente sus casas para colocar el dispositivo y garantizar su integridad.

Para los muestreos pasivos se utilizó el grabador de ultrasonidos “Song Meter Mini Bat Ultrasonic Recorder” (Wildlife Acoustics, Inc.), cambiando su ubicación una vez a la semana, de forma que a lo largo del estudio cada punto tuvo tres repeticiones (Tabla 3). El dispositivo se mantenía activo grabando datos desde el ocaso hasta el amanecer.



Song Meter Mini Bat Ultrasonic Recorder

Tratamiento de los datos

Como resultado de los muestreos se obtuvieron grabaciones en formato WAV. Estos archivos WAV se filtraron

	Transectos			
	Norte	Centro	Sur	Cortijo
1.º ciclo	21/04/2022	28/04/2022	05/05/2022	14/05/2022
2.º ciclo	20/05/2022	26/05/2022	03/06/2022	09/06/2022
3.º ciclo	18/06/2022	23/06/2022	30/06/2022	07/07/2022
4.º ciclo	14/07/2022	21/07/2022	28/07/2022	04/08/2022
5.º ciclo	10/08/2022	18/08/2022	25/08/2022	01/09/2022
6.º ciclo	08/09/2022	15/09/2022	22/09/2022	29/09/2022
7.º ciclo	06/10/2022	13/10/2022	20/10/2022	27/10/2022

Tabla 2. Fechas de ejecución de los muestreos activos

Puntos fijos	Ciclos detección pasiva		
	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
1	21/04/2022	17/06/2022	17/08/2022
2	28/04/2022	23/06/2022	31/08/2022
3	05/05/2022	30/06/2022	24/08/2022
4	12/05/2022	08/07/2022	07/09/2022
5	19/05/2022	04/08/2022	15/09/2022
6	27/05/2022	15/07/2022	22/09/2022
7	02/06/2022	21/07/2022	29/09/2022
8	09/06/2022	28/07/2022	06/10/2022

Tabla 3. Detección pasiva a lo largo del estudio

a través del programa “Kaleidoscope” (Wildlife Acoustics, Inc.) para separar el ruido de los ultrasonidos emitidos por los murciélagos, especificando en el filtro la frecuencia (entre 8 y 120 kHz) y la velocidad (2 a 500 m/s) de los ultrasonidos para tratar de evitar posibles errores de identificación. Los archivos descartados como “Ruido” por el programa fueron revisados para no perder información por error. Con los resultados obtenidos se lleva a cabo otro filtrado consistente en eliminar aquellas especies que han sido detectadas por error del dispositivo portátil.

La riqueza de especies se evaluó en conjunto utilizando todos los resultados obtenidos, y posteriormente de forma individual para cada transecto mediante el número acumulado de especies detectadas a lo largo del estudio.

Evaluar la riqueza de especies de forma aislada se considera una medida de biodiversidad incompleta al omitir la abundancia (Magurran,

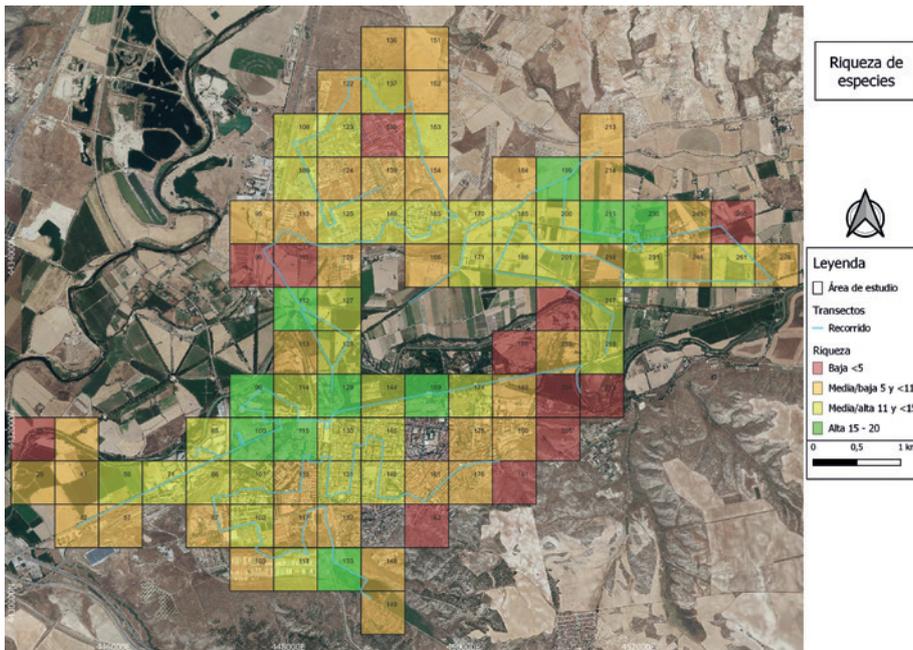
2004). No obstante, la abundancia es utilizada en escasos estudios, y en aquellos en los que es incluida, los resultados muestran tendencias similares a la riqueza (Germaine & Wakeling, 2001).

Representación de resultados

Para la representación de los datos se dividió el área de estudio en cuadrículas de 500 m x 500 m. Se calculó el sumatorio de especies dentro de cada una y se estableció una división en las siguientes categorías (Mapa 2):

- 1) Baja: menos de cinco especies
- 2) Media-baja: entre cinco y menos de once especies
- 3) Media-alta: entre once y menos de quince especies
- 4) Alta: más de quince especies

Para representar la distribución individual de cada especie se elaboraron mapas de presencia/ausencia, representando en una malla de 500 m x 500 m los contactos obtenidos (ver Mapas 4 a 7).



Mapa 2: Representación de la distribución de la diversidad total de especies por cuadrícula

Riqueza de quirópteros

En total se obtuvieron 24 especies diferentes (Tabla 4), de las cuales 19 se detectaron en los puntos fijos (Tabla 5). Los puntos fijos con mayor riqueza han sido los números 4 y 6, con 17 especies, y el punto fijo con menor riqueza de especies fue el número 8, con 12 especies. La media de especies detectadas en el conjunto de los puntos fue de 15 (14,75) especies.

La distribución asociada a los muestreos pasivos está limitada a los puntos fijos desde donde fueron captadas las emisiones de ultrasonidos. En el Mapa 3 se muestra la cuantía de especies en cada estación de escucha pasiva.

A continuación, se muestran dos ejemplos de especies con escasos registros (Mapas 4 y 5) y otras dos con amplia representación dentro del municipio (Mapas 6 y 7).

3. RESULTADOS

Especies detectadas en el conjunto de los muestreos durante

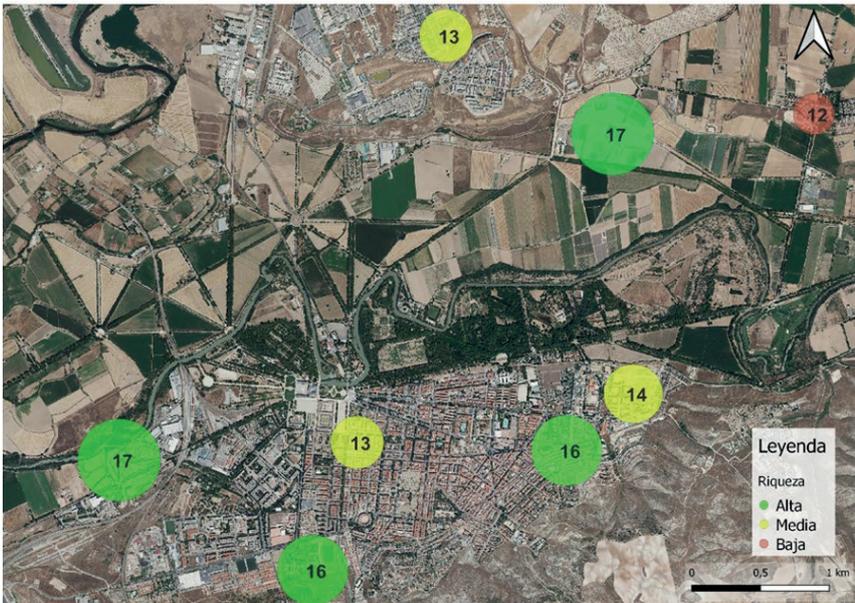
el estudio (ocho estaciones fijas y 42 664 metros totales de transectos):

Especies
<i>Barbastella barbastellus</i>
<i>Eptesicus isabellinus</i>
<i>Eptesicus serotinus</i>
<i>Hypsugo savii</i>
<i>Miniopterus schreibersii</i>
<i>Myotis daubentonii</i>
<i>Myotis blythii</i>
<i>Myotis emarginatus</i>
<i>Myotis myotis</i>
<i>Myotis mystacinus</i>
<i>Nyctalus lasiopterus</i>
<i>Nyctalus leisleri</i>
<i>Nyctalus noctula</i>
<i>Pipistrellus kuhlii</i>
<i>Pipistrellus nathusii</i>
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>
<i>Plecotus auritus</i>
<i>Plecotus austriacus</i>
<i>Rhinolophus euryale</i>
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
<i>Rhinolophus hipposideros</i>
<i>Rhinolophus mehelyi</i>
<i>Tadarida teniotis</i>

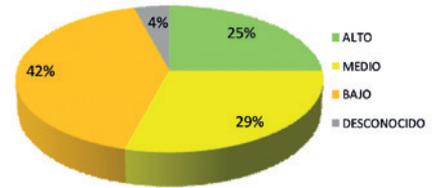
Tabla 4. Tabla total de especies detectadas

Especies	Puntos fijos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Barbastella barbastellus</i>				X				
<i>Eptesicus isabellinus</i>			X	X	X	X	X	X
<i>Eptesicus serotinus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hypsugo savii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Miniopterus schreibersii</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Myotis daubentonii</i>				X		X	X	
<i>Myotis blythii</i>								
<i>Myotis emarginatus</i>								
<i>Myotis myotis</i>				X	X	X		
<i>Myotis mystacinus</i>						X	X	
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Nyctalus leisleri</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nyctalus noctula</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pipistrellus nathusii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Plecotus auritus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Plecotus austriacus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhinolophus euryale</i>								
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>					X			
<i>Rhinolophus hipposideros</i>								
<i>Rhinolophus mehelyi</i>								
<i>Tadarida teniotis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X

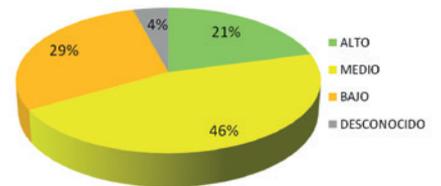
Tabla 5. Lista de especies detectadas durante el muestreo pasivo. La "X" señala la especie y el punto en el que fue detectada



Mapa 3: Representación de la distribución de la diversidad total de especies por cada punto fijo de muestreo

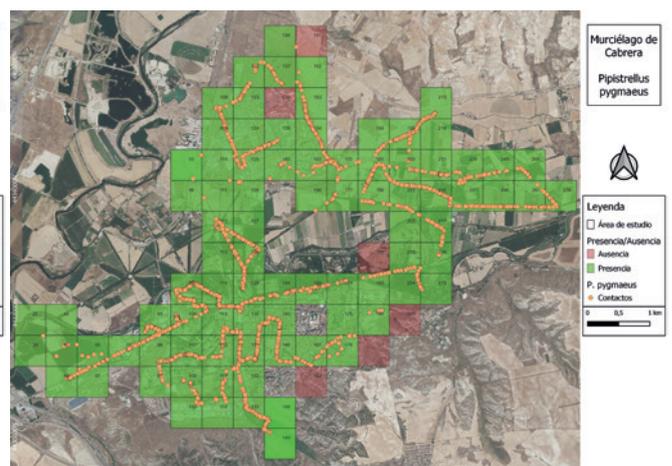
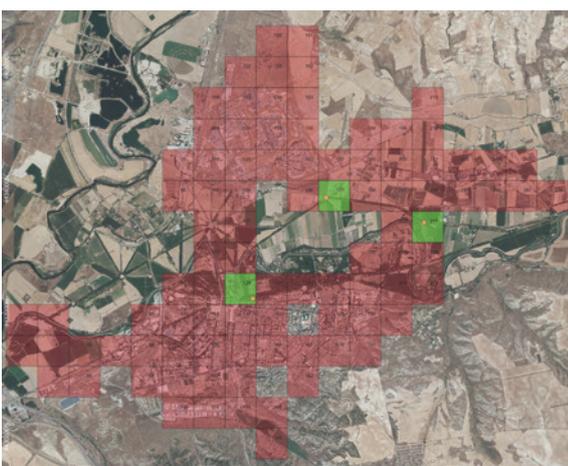
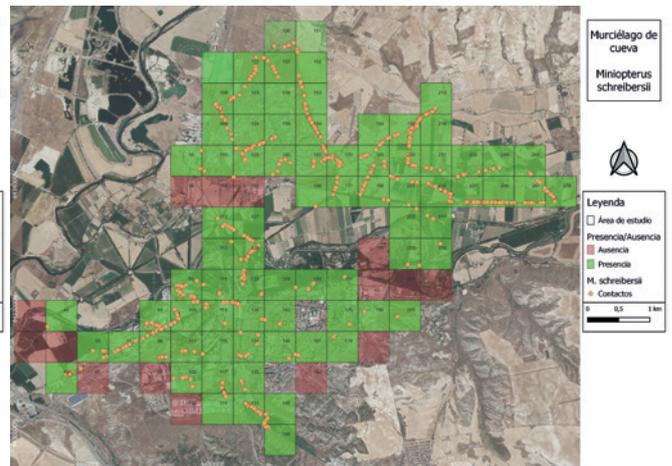
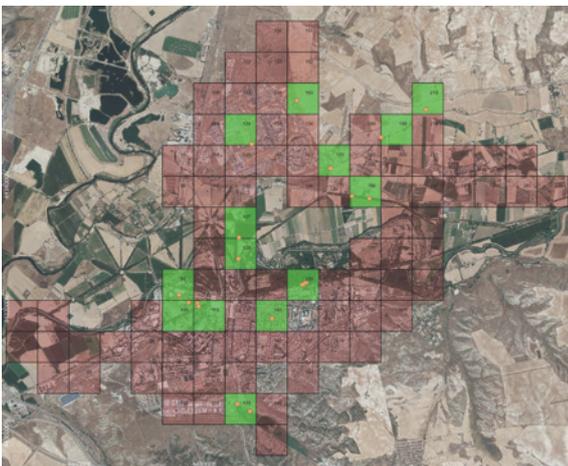


Especies de quirópteros de Aranjuez en función de su nivel de aliado para la salud humana (tienen más puntuación aquellos cuya dieta es fundamentalmente de dípteros nematóceros o chironómidos)



Especies de quirópteros de Aranjuez en función de su nivel de aliado para el control de plagas sobre arbolado urbano (tienen más puntuación aquellos cuya dieta es fundamentalmente de lepidópteros nocturnos)

4.



Mapas 4 a 7: Representación de la distribución de especies en el muestreo activo: Presencia/ausencia de cuatro especies a modo de ejemplo.

A continuación, se presenta una tabla resumen con la dieta preferida de cada especie, indicando su nivel de aliado como controlador de plagas de interés para la salud humana y de plagas del arbolado urbano (Tabla 6).

Para ello, se ha seguido el siguiente código de colores:

ALTO: nos sirve mucho para control de plagas del arbolado urbano
MEDIO: nos sirve en menor grado para control plagas del arbolado
BAJO: nos sirve poco para control plagas arbolado
DESCONOCIDO

ESPECIE	DIETA (código de colores en esta columna desde el punto de vista de las plagas del arbolado urbano)	Primera cita en Aranjuez (según Libro rojo Mamíferos España)	Nivel de aliado para Sanidad humana	Nivel de aliado para plagas arbolado urbano
<i>Barbastella barbastellus</i>	80 % lepidópteros	SI	c	a
<i>Eptesicus isabellinus</i>	Coleópteros y, en menor proporción, lepidópteros, dípteros y hemípteros	SI	b	b
<i>Eptesicus serotinus</i>	Coleópteros y, en menor proporción, lepidópteros, dípteros y hemípteros	SI	b	b
<i>Hypsugo savii</i>	Consumo preferente de lepidópteros, dípteros, neurópteros, himenópteros y hemípteros	SI	b	a
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Desconocido	SI	0	0
<i>Myotis daubentonii</i>	Principalmente dípteros, tricópteros, lepidópteros, coleópteros, efemenópteros y neurópteros	SI	a	b
<i>Myotis blythii</i>	Ortópteros y coleópteros	SÍ	c	c
<i>Myotis emarginatus</i>	Dípteros y arácnidos	SÍ	a	c
<i>Myotis myotis</i>	Carábidos, <i>Rhizotrogus</i> sp., <i>Poliphylia fullo</i> y alacranes cebolleros, aunque también cazan licosas, solifugos, quilópodos y grillos.	¿¿¿no???	c	c
<i>Myotis mystacinus</i>	Dípteros, pero también consume lepidópteros, tricópteros, hemípteros, himenópteros y arácnidos	SÍ	b	b
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	De grandes coleópteros a pequeñas aves	SÍ	c	c
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctuidae. En Irlanda e Inglaterra, los dípteros constituyen la principal presa, seguidos de tricópteros, lepidópteros y coleópteros. En Suiza, los lepidópteros son la presa más frecuente; en menor proporción consume dípteros, tricópteros y coleópteros.	SÍ	a	a
<i>Nyctalus noctula</i>	Se desconoce su dieta en España, pero diversos estudios realizados en Europa revelan cambios estacionales en la alimentación, predominando generalmente los dípteros, coleópteros, tricópteros y lepidópteros.	SÍ	b	b
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Consumo una gran variedad de insectos, desde pequeños psicópteros y quironómidos hasta coleópteros del género <i>Rhizotrogus</i> . De mayo a octubre, los culicidos y lepidópteros constituyen la presa más frecuente, junto con otras de importancia estacional (<i>Rhizotrogus</i> sp., tipúlidos, himenópteros, <i>Nezara</i> sp., dípteros braquíceros).	SÍ	a	b
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Caza al vuelo, generalmente siguiendo senderos, caminos o lindes de bosque. A veces también sobre el agua. Se alimenta de pequeños insectos voladores, principalmente quironómidos no picadores.	SÍ	c	c
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Dípteros nematoceros (sobre todo <i>Psychodidae</i> , <i>Uscidae</i> y <i>Anisopodidae</i>), tricópteros, efemerópteros y neurópteros	¿¿¿no???	a	c
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pequeños dípteros, (sobre todo <i>Chironomidae</i> y <i>Ceratopogonidae</i> , pero también <i>Brachycera</i>). Entre las presas secundarias se han detectado <i>Trichoptera</i> , <i>Hymenoptera</i> , <i>Coleoptera</i> , <i>Sternorrhyncha</i> , <i>Planipennia</i> y <i>Homoptera</i> . Su aparato mandibular menos desarrollado los obliga a consumir presas de menor tamaño que el murciélago enano.	¿¿¿no???	c	c
<i>Plecotus auritus</i>	En Gran Bretaña, la dieta se compone principalmente de lepidópteros nocturnos (noctuidos), coleopteros, dípteros y arácnidos que recogen del suelo o de las ramas de los árboles.	SÍ	b	a
<i>Plecotus austriacus</i>	Se le considera un especialista en grandes lepidópteros nocturnos (sobre todo, noctuidos). Aunque en menor proporción, dípteros y coleópteros voladores también pueden formar parte de su dieta habitual.	¿¿¿no???	b	b
<i>Rhinolophus euryale</i>	Los lepidópteros nocturnos representan la presa más importante en su dieta, aunque en primavera consume selectivamente grandes proporciones de coleópteros del género <i>Rhizotrogus</i> . <i>Tipulida</i> , <i>Brachycera</i> , <i>Neuroptera</i> e <i>Hymenoptera</i> se consumen en menor grado.	SÍ	c	b
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	En Gran Bretaña, la dieta se compone principalmente de lepidópteros, ortópteros y coleópteros.	¿¿¿no???	c	b
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	fundamentalmente su dieta se compone de dípteros nematoceros, seguidos de lepidópteros y neurópteros, que capturan en vuelo entre 2 y 5 m sobre el suelo. La presencia de algunos insectos no voladores en la dieta señala que en ocasiones capturan presas sobre la superficie.	¿¿¿no???	a	b
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	La dieta se basa en lepidópteros (85 %), aunque aparecen otros insectos voladores de alas grandes como neurópteros o dípteros.	SÍ	c	a
<i>Tadarida teniotis</i>	Lepidópteros y neurópteros (insectos blandos)	SÍ	c	b

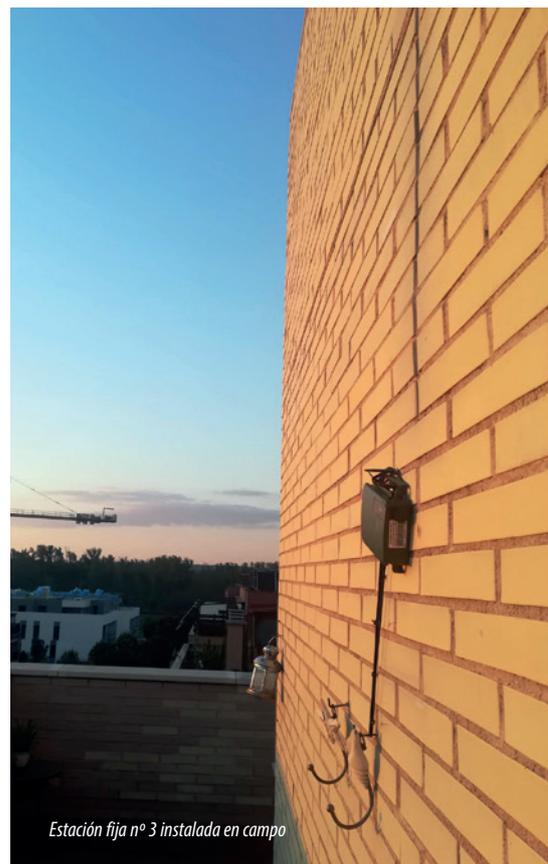
Tabla6. Dieta preferida de cada especie, indicando su nivel de aliado como controlador de plagas de interés para la salud humana y de plagas del arbolado urbano

CONCLUSIONES

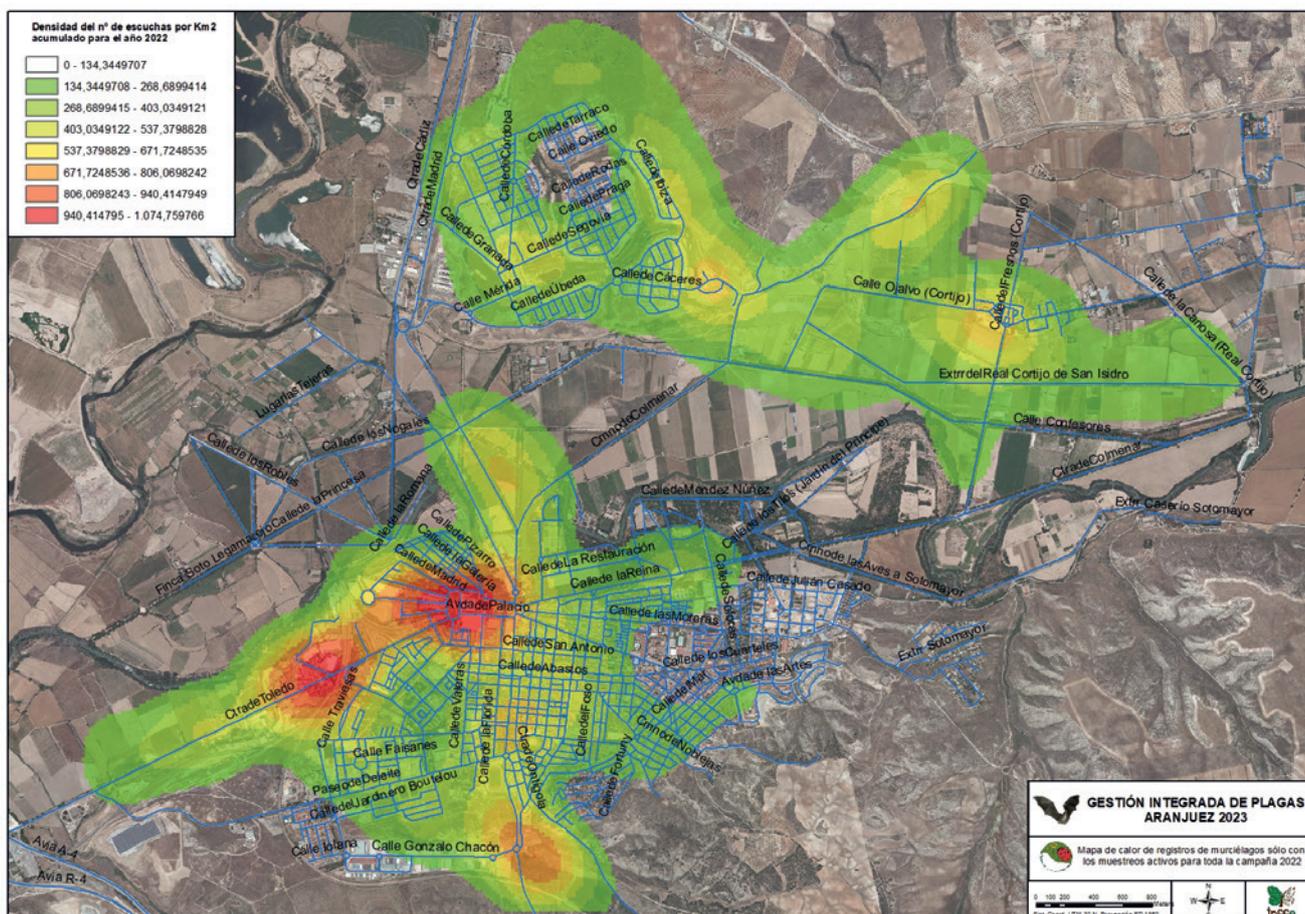
- La cuantía de quirópteros detectados, con 24 especies, representa el 70 % de las existentes en España, el 75 % de la península ibérica y el 45 % de toda Europa.
- Respecto a la bibliografía consultada, se han detectado cinco nuevas especies para el municipio, lo que representa un incremento del 26 % del n.º de especies inventariado hasta la fecha.
- Desde el punto de vista sanitario, el 54 % de las especies tienen una importancia alta o media como controladores de plagas de IMPORTANCIA SANITARIA (como depredadores de mosquitos y otros dípteros de interés en sanidad humana).
- Desde el punto de vista del CONTROL DE PLAGAS DEL ARBOLADO urbano, el 67 % de las especies detectadas tienen una importancia alta o media.
- Según el Atlas y Libro Rojo de

los mamíferos ibéricos, en su última edición, todas son una primera cita en la cuadrícula UTM correspondiente de Aranjuez, pero se estima que más bien serían primeras citas reales el 75 % de las detectadas en el presente trabajo (con 18 especies), ya que las otras seis estaban ya citadas en las cuadrículas contiguas y muy probablemente ya campeaban con anterioridad por el cielo del municipio.

- Es necesario tener en cuenta que el hecho de que una especie sea muy ubicua y otra aparentemente escasa no significa que la primera sea abundante y la segunda necesite de un plan de protección especial. Lo que habrá que analizar es si cada especie está bien representada en función de su hábitat y su comportamiento natural. Por ejemplo, el murciélago de cueva (*Myotis schreibersii*) es un animal muy colonial que forma grupos de miles



Estación fija nº 3 instalada en campo



Mapa 8: Densidad de escuchas acumuladas para la campaña 2022 obtenidas con los muestreos activos



Murciélago orejudo gris
(*Plecotus austriacus*)



Pipistrellus sp



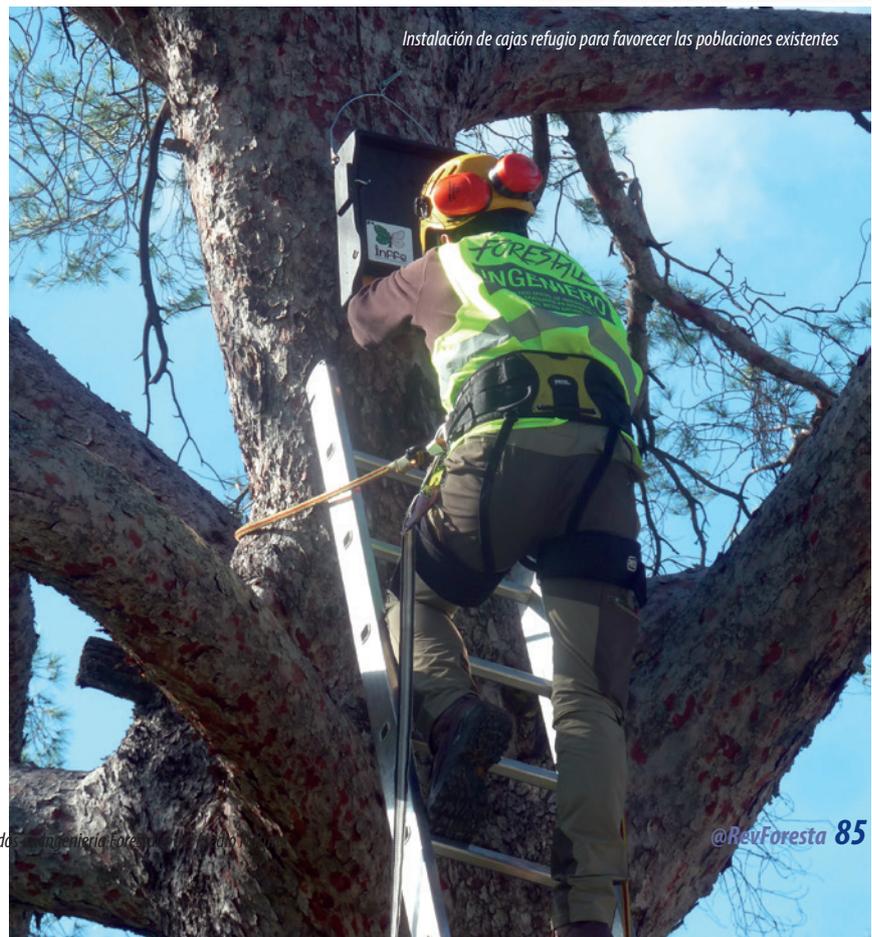
Pipistrellus sp



Pipistrellus sp

de individuos, y por ello aparece repartido por todo el término municipal, habiéndose detectado en el 95 % de las cuadrículas. En cambio, el murciélago de bosque (*Barbastella barbastellus*) es una especie muy solitaria, con colonias pequeñas formadas solo por hembras con crías, y por ello siempre aparecerán de forma escasa y en puntos más localizados, sin que ello signifique que se encuentre amenazada.

- Además de ser el único lugar de la península en el que se han observado simultáneamente ejemplares de *N. noctula* y *N. lasiopterus*, Aranjuez también parece ser el único lugar europeo en el que se ha documentado la presencia de ejemplares reproductores de ambas especies.
- En el caso del nótulo grande (*Nyctalus lasiopterus*), los



Instalación de cajas refugio para favorecer las poblaciones existentes

contactos con la especie coinciden en un alto porcentaje con aquellas calles donde existen alineaciones de plátanos de sombra maduros con gran cantidad de oquedades, lo que le resulta idóneo a esta especie para criar. Según el Atlas y Libro rojo de los Mamíferos terrestres de España, la cita de Aranjuez sería la PRIMERA CONFIRMADA para esta localidad.

- Aunque carecemos de información suficiente para dar una explicación clara del motivo, el espacio aéreo utilizado con mayor frecuencia a lo largo del año (ver mapa 8, donde se muestran las densidades acumuladas del n.º de escuchas activas) pare-

ce concentrarse claramente en tres áreas bien definidas: plaza de Parejas-plaza Elíptica, calle Raso de la Estrella y camino hacia el mar de Ontígola. Probablemente la combinación de grandes espacios abiertos junto con la abundancia de pequeños insectos atraídos por la luz artificial en esas zonas pueda explicar en buena parte estos resultados.

- Los datos obtenidos suponen una interesante fuente de información de cara a otros posibles futuros estudios, así como a estrategias de gestión específicas.
- El presente trabajo es una primera buena aproximación para conocer el estado actual de las poblaciones

de quirópteros en el municipio, pero debería complementarse con más transectos móviles y puntos de escucha fija que aporten información de todos los huecos donde no existe ningún dato.

- Como estrategia de gestión específica se propone diseñar la instalación de cajas refugio en aquellas cuadrículas donde la riqueza específica haya resultado menor.
- Los puntos con mayor riqueza de especies se corresponden con áreas abiertas en el extrarradio coincidentes con extensas superficies de huertas con ninguno o muy pocos edificios altos a su alrededor. En segundo lugar, le siguen las ubicaciones de CEA El

Bibliografía

Ávila-Flores R, Fenton MB (2005) Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *J Mammal* 86(6): 1193–1204.

Aihartza, J., Vallejo, N., Aldasoro, M. *et al.* Aerospace-foraging bats eat seasonably across varying habitats. *Sci Rep* 13, 19576 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46939-7>.

Baker, P.J., Harris, S., 2007. Urban mammals: what does the future hold? An analysis of the factors affecting patterns of use of residential gardens in Great Britain. *Mammal Rev.* 37, 297–315, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2907.2007.00102.x>

Banks PB, Bryant JV. Four-legged friend or foe? Dog walking displaces native birds from natural areas. *Biol Lett.* 2007; 3(6):611–3. doi: 10.1098/rsbl.2007.0374 PMID: 17785262

Battisti A, Stastny M, Netherer S, Robinet C, Schopf A, Roques A, Larsson S (2005). Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. *Ecological applications*: 15:2084–2096

Battisti A, Stastny M, Buffo E, Larsson S (2006) A rapid altitudinal range expansion in the pine processionary moth produced by the 2003 climatic anomaly. *Global Change Biology* 12: 662–671. doi:10.1111/j.1365-2486.2006.01124.x

Berthius A, Altringham J (2012) The effect of a major road on bat activity and diversity. *J Appl Ecol* 49:82–89

Chamberlain DE, Cannon AR, Toms MP, Leech DI, Hatchwell BJ, Gaston KJ. Avian productivity in urban landscapes: a review and meta-analysis. *Ibis (London)*. 2009; 151(1):1–18.

Charbonnier Y, Barbaro L, Theillout A, Jactel H (2014) Numerical and Functional Responses of Forest Bats to a Major Insect Pest in Pine Plantations. *PLoS ONE* 9(10): e109488. doi: 10.1371/journal.pone.0109488

Dixon, M. D. (2012) 'Relationship Between Land Cover and Insectivorous Bat Activity in an Urban Landscape', *Urban Ecosystems*, 15/3: 683–95.

Fukui D, Murakami M, Nakano S, Aoi T (2006) Effect of emergent aquatic insects on bat foraging in a riparian forest. *Journal of Animal Ecology* 75: 1252–1258. doi: 10.1111/j.1365-2656.2006.01146.x.

Gehrt SD, Chelvig JE (2003) Bat activity in an urban landscape: patterns at the landscape and microhabitat scale. *Ecol Appl* 13(4):939–950

Geggie, J. F., and Fenton, M. B. (1985) 'A Comparison of Foraging by *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Urban and Rural Environments', *Canadian Journal of Zoology*, 63/2: 263–7

Gehrt, S. D., and Chelvig, J. E. (2003) 'Bat Activity in an Urban Landscape: Patterns at the Landscape and Microhabitat Scale', *Ecological Applications*, 13/4: 939–50

Germaine SS, Wakeling BF (2001) Lizard species distributors and habitat occupation along an urban gradient in

Tucson, Arizona, USA. *Biol Conservat* 97:229–237

Hódar, J.A., Zamora, R., Cayuela, L. (2012). Cambio climático y plagas: algo más que el clima. *Ecosistemas* 21(3):73-78. Doi.: 10.7818/ECOS.2012.21-3.09

Instituto Nacional de Estadística (España). «Padrón. Población por municipios y sexo». Consultado el 14 de octubre de 2022.

Jacquet J–S, Orazio C, Jactel H (2012) Defoliation by processionary moth significantly reduces tree growth: a quantitative review. *Annals of Forest Science* 69: 857–866. doi:10.1007/s13595-012-0209-0

Jactel H, Petit J, Desprez-Loustau M–L, Delzon S, Piou D, et al. (2012) Drought effects on damage by forest insects and pathogens: a meta-analysis. *Global Change Biology* 18: 267–276. doi:10.1111/j.1365-2486.2011.02512.x

Jantzen MK, Fenton MB (2013) The depth of edge influence among insectivorous bats at forest-field interfaces. *Canadian Journal of Zoology*: 130311043958007. doi:10.1139/cjz-2012-0282

Jung K, Kalko EKV (2011) Adaptability and vulnerability of high flying Neotropical aerial insectivorous bats to urbanization. *Divers Distrib* 17(2):262–274

Jung K, Threlfall CG. 2018 Trait-dependent tolerance of bats to urbanization: a global meta-analysis. *Proc. R. Soc. B* 285: 20181222. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.1222>

Regalal y C/ Ribera, que se corresponden, respectivamente, con el borde de la zona forestal y con un área dentro del casco urbano, pero de edificios residenciales bajos y con una superficie arbolada de tamaño mediano de la Colonia Aviación.

- Por último, cabe recordar que este método sirve para obtener una lista de riqueza de especies y para conocer las zonas de mayor uso y querencia del espacio aéreo de estos animales, pero no permite censar poblaciones, puesto que el micrófono solo registra contactos, siendo imposible diferenciar si se trata del mismo individuo o no.

Murciélago ratonero grande (*Myotis myotis*)



**SOMOS LA BRIGADA DEL AIRE
DEL EJÉRCITO DE LA NATURALEZA**

¡ESTAMOS PARA SERVIR!

**SOMOS LOS CAZAS DE LOS
MOSQUITOS Y LAS POLILLAS DE LA
PROCESIONARIA**

En el marco del Plan de fomento de la Biodiversidad y la gestión integrada de plagas de sus zonas verdes, el Ayuntamiento de Aranjuez ha emprendido la instalación de refugios para murciélagos en distintos lugares de la ciudad. Más información en:

<https://www.aranjuez.es/medioambiente/medio-ambiente/>



Karakurum, M. Ç., Sahinduran, S., Biciçi Ö. & Kiyici, R. (2022). Severe Tongue Necrosis Due to Pine Processionary Larvae Contact in Three Dogs. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 10 (1): 100-103. DOI: 10.24998/maeusabed.1095874

Klapwik MJ, Ayres MP, Battisti A, Larsson S (2012) Assessing the impact of climate change on outbreak potential. *Insect Outbreaks Revisited*. John Wiley & Sons. 429–450.

Krauel JJ, LeBuhn G (2016) Patterns of Bat Distribution and Foraging Activity in a Highly Urbanized Temperate Environment. *PLoS ONE* 11 (12): e0168927. doi:10.1371/journal.pone.0168927

Kurta, A., and Teramino, J. A. (1992) 'Bat Community Structure in an Urban Park', *Ecography*, 15/3: 257–61.

Magurran AE (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell, Malden, MA.

McCracken GF, Westbrook JK, Brown VA, Eldridge M, Federico P, et al. (2012) Bats track and exploit changes in insect pest populations. *PLoS ONE* 7: e43839. doi: 10.1371/journal.pone.0043839

McKinney M. 2008 Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban Ecosyst*. 11, 161– 176. (doi:10.1007/s11252-007- 0045-4)

Morris AD, Miller DA, Kalcounis-Ruḡpell MC (2010) Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *The Journal of Wildlife Management* 74: 26–34. doi:10.2193/2008-471.

Müller J, Mehr M, Bässler C, Fenton M,

Hothorn T, et al. (2012) Aggregative response in bats: prey abundance versus habitat. *Oecologia* 169: 673–684. doi:10.1007/s00442-011-2247-y.

Netherer S and Schopf A (2010). Potential effects of climate changes on insects herbivores in european forests – General aspects and the pine processionary moth as specific example. *Forest Ecology and Management* 259:831-838

Perugini, M., Manera, M., Grotta, L., Abete, M.C., Tarasco, R., Amorena, M., 2011. Heavy metal (Hg, Cr, Cd, and Pb) contamination in urban areas and wildlife reserves: honeybees as bioindicators. *Biol. Trace Elem. Res.* 140, 170–176, <http://dx.doi.org/10.1007/s12011-010-8688-z>

Robinet C, Roques A (2010) Direct impacts of recent climate warming on insect populations. *Integrative Zoology* 5: 132–142. doi:10.1111/j.1749-4877.2010.00196.x

Russo, D., Ancillotto, L., Sensitivity of bats to urbanization: A review. *Mammal. Biol.* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2014.10.003>

Osvaldo E. Sala et al. *Science* 287, 1770 (2000). DOI: 10.1126/science.287.5459.1770

Scolozzi, R., Geneletti, D., 2012. A multi-scale qualitative approach to assess the impact of urbanization on natural habitats and their connectivity. *Environ. Impact Assess. Rev.* 36, 9–22, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2012.03.001>.

Tena, E., Fandos, G., de Paz, Ó. et al. Size does matter: Passive sampling in urban

parks of a regional bat assemblage. *Urban Ecosyst* 23, 227–234 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00913-2>

Vega JM, Moneo I, Ortiz JC, Palla PS, Sanchís ME, Vega J, González-Muñoz M, Bassitti A, Roques A (2011). Miranda Cutaneous reactions to pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa*) in adult population. *Contact Dermatitis* 64:220:2288

Villarroya-Villalba L., Casanelles-Abella J., Moretti M., Pinho P, Samson R., Van Mensel A., Chiron F., Zellweger F., Obrist K. M. (2021). Response of bats and Basic and Applied Ecology, nocturnal insects to urban green areas in Europe, Volume 51, Pages 59-70, ISSN 1439-1791. <https://doi.org/10.1016/j.baee.2021.01.006>.

Voigt, C. C., Phelps, K. L., Aguirre, L. F., Corrie Schoeman, M., Vanitharani, J., & Zubaid, A. (2016). *Bats and buildings: the conservation of synanthropic bats. In Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (pp. 427-462). Springer, Cham.

WV.AA. (2004). «Aranjuez». En Comunidad de Madrid, COAM, ed. *Arquitectura y Desarrollo Urbano*. Comunidad de Madrid IX. ISBN 84-451-2695-4.

Young, J.K., Olson, K., Reading, A.R.P., Amgalanbaatar, S., Berger, J., 2011. Is wildlife going to the dogs? Impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife populations. *Bioscience* 61, 125–132, <http://dx.doi.org/10.1525/bio.2011.61.2.7>.