

Protagonistas de uno de los múltiples proyectos de investigación del Parque Natural

La portentosa comunidad de las sierras de Cazorla, Segura



Murciélago orejudo (*Plecotus austriacus*) en vuelo (foto: Joxerra Aihartza). Se trata de una especie forestal, abundante en las sierras de Cazorla, Segura y Las Villas, especialista en la captura de mariposas nocturnas, como las polillas de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*).

de murciélagos y Las Villas

Con nada menos que 22 especies, tanto forestales como cavernícolas, en el Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas queda representada prácticamente el 70% de la fauna ibérica de quirópteros. Dada su abundancia y diversidad, juegan un papel destacado en la dinámica ecológica de sus formaciones boscosas.

• Javier Juste, Carlos Ibáñez, Jesús Nogueras, Sonia Sánchez-Navarro y Conchita Alonso

Con una extensión superior a las 200.000 hectáreas, el Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (PNCSV) es uno de los mayores espacios protegidos de Europa. Ubicado enteramente en la provincia de Jaén, las sierras que lo componen forman parte de las Cordilleras Béticas, uno de los puntos más importantes de biodiversidad de la Cuenca Mediterránea (1). Ya a finales del siglo XIX, la riqueza de su flora y fauna atrajo la atención de naturalistas y científicos, que descubrieron muchas especies nuevas para la ciencia, algunas tan renombradas como la violeta de Cazorla (*Viola cazorlensis*) o los alfilerillos de Cazorla (*Erodium cazorlanum*) entre las plantas (2), y la lagartija de Valverde (*Algyroides marchi*) entre los animales. La presencia continuada de investigadores en estas sierras durante los últimos cuarenta años ha permitido ahondar en el conocimiento de su biodiversidad, estudiar con detalle algunas de sus especies más características y analizar las múltiples interacciones que se establecen entre ellas dotando de funcionalidad y estabilidad a estos valiosos ecosistemas. En esta ocasión vamos a detenernos en las comunidades de murciélagos, que, como en la mayoría de los ambientes ibéricos, sólo se conocían allí parcialmente. La riqueza ambiental de la región y la falta de información sobre este grupo tan particular de vertebrados avalaban el interés de tales estudios. Lo difícil era imaginar el alcance de sus resultados.

Murciélagos forestales

Partíamos de unos pocos datos y citas puntuales que se recogieron entre los años sesenta y noventa. En 2008 comenzaron los trabajos para el inventario de murciélagos forestales, abordado por un equipo de la Estación Biológica de Doñana

(CSIC) por encargo de la Junta de Andalucía, que se han mantenido ininterrumpidamente durante los últimos quince años. Con distintos objetivos y métodos, en este periodo se han realizado más de 250 sesiones de captura en más de 80 puntos dentro del espacio protegido, que han permitido estudiar alrededor de 2.500 murciélagos pertenecientes a 22 especies, siempre liberados después en el mismo lugar. Lógicamente, la mayoría son especies forestales, pero también hay un número relevante de especies cavernícolas. En total, las encontradas en el PNCSV suponen casi el 70% de todas las especies de murciélagos de la fauna ibérica, aunque la superficie del parque sea inferior al 1% del territorio peninsular. Estos resultados ponen de manifiesto que, sin duda, nos encontramos ante la comunidad de murciélagos más importante de España, solamente comparable a la que habita en los bosques de Valsaín (Segovia), también dominados por pinares (3). Aparte de la diversidad, sorprende asimismo su abundancia, hasta el extremo de que el número de murciélagos capturados en algunos puntos de muestreo es más propio de hábitats tropicales que de nuestras latitudes. Se ha llegado a superar el centenar de individuos en una sola noche.

Las especies más comunes han resultado ser el complejo específico de murciélagos enanos (*Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus*) y el murciélago montañero (*Hypsugo savii*), que suman más de la mitad de las capturas. Son muy interesantes además las observaciones de especies consideradas raras, como el ratonero forestal (*Myotis bechsteinii*) o el de Escalera (*Myotis escaleraei*), un endemismo ibérico. Estas especies suelen citarse de forma puntual en otros ambientes forestales, mientras que en los pinares del PNCSV se han



Arriba, ejemplar muerto, pero aún en pie, de pino laricio (*Pinus nigra*). Estos árboles secos son utilizados como refugio por numerosas especies de murciélagos forestales (foto: Javier Juste).

A la izquierda, murciélago ratonero forestal (*Myotis bechsteini*), presente de forma puntual en los bosques de la mitad norte peninsular. Por el contrario, en las sierras de Cazorla, Segura y Las Villas puede considerarse abundante (foto: Jo-xerra Aihartza).

capturado en más del 60% de las localidades muestreadas. La misma abundancia y amplia distribución muestran otras especies poco frecuentes, como el murciélago de bosque (*Barbastella barbastellus*) o el orejudo gris (*Plecotus austriacus*), que han aparecido en casi la mitad de los puntos muestreados. Es muy posible que aguarden más sorpresas dentro de la comunidad forestal y, de hecho, recientemente se ha capturado en el curso alto del río Guadalquivir una hembra lactante del ratonero bigotudo (*Myotis mystacinus*), que constituye la segunda cita para Andalucía de esta especie cuya distribución ibérica es más norteña.

Murciélagos cavernícolas

Aunque con menor relevancia, las especies que utilizan cavidades como refugio son también importantes en el PNCSV, ya que el carácter calizo del macizo montañoso propicia la formación de cuevas y simas. Hay más de una treintena de estos refugios o abrigos utilizados por un total de nueve especies. Los murciélagos cavernícolas usan dos tipos de cuevas: unas calientes o de cría, ocupadas fundamentalmente por agrupaciones de hembras que se reproducen de forma colectiva, y otras frías o de hibernación, que utilizan individuos de ambos sexos para pasar los meses invernales. Por lo que sabemos, en el PNCSV los refugios no parecen ser especialmente importantes para la invernada, excepto en el caso de dos especies: el murciélago de herradura grande (*Rhinolophus ferrumequinum*) y el de cueva (*Minioterus schreibersii*).



Tronco quebrado de un ejemplar singular de quejigo (*Quercus faginea*). Estos árboles centenarios proporcionan numerosos refugios a especies forestales, como el murciélago de bosque (*Barbastella barbastellus*) o el nóctulo grande (*Nyctalus lasiopterus*), que aprovechan sus huecos y grietas (foto: Javier Juste).

La estrategia de mantener en pie los árboles muertos genera refugios adecuados para los murciélagos forestales.

Sin embargo, durante la época de cría, aumenta de forma espectacular tanto el número de especies como el de individuos que utilizan los refugios del parque natural. Entre ellas se encuentra el ratonero patudo (*Myotis capaccinii*), el único murciélago considerado en peligro de extinción de la fauna ibérica. Cuenta con una colonia de cría formada por varios cientos de ejemplares, y relevante por tanto para la conservación de la especie, en un refugio situado por desgracia fuera de los límites del espacio protegido, ¡aunque por escasos kilómetros! Los murciélagos no saben de límites administrativos y la colonia acude a alimentarse a riachuelos situados dentro del PNCV. Además, comparten este refugio exterior con miles de ejemplares de murciélago de cueva, que forman allí una importante colonia de cría todos los años. Razones de sobra para promover la protección de un lugar tan especial. Además de lo expuesto, es muy posible que haya otros refugios de importancia para los murciélagos que todavía no conozcamos. A esto apunta el hecho de que el endémico murciélago de Escalera no se haya encontrado nunca en los refugios, ya sean de cría o de hibernación, a pesar de que sabemos que es abundante en la zona.

Cómo eludir la competencia

¿Por qué es tan especial para los murciélagos el PNCV? No lo sabemos con certeza y es muy posible que su extraordinaria diversidad y densidad no obedezca a una única causa, sino que sea el resultado combinado de varios factores. Sin duda influye la naturaleza caliza del terreno, que favorece la formación de abrigos, simas y cuevas, así como la presencia de manchas suficientemente extensas y bien conservadas de bosques maduros y diversos, capaces de albergar una rica comunidad de insectos. También conviene tener en cuenta la gestión sensata del ecosistema que se viene realizando desde antiguo. Por ejemplo, la estrategia de mantener en pie los árboles muertos aporta refugios adecuados para determinadas especies forestales. Además, la disponibilidad de estaciones de campo habilitadas en antiguas casas forestales, como la de Roblehondo, facilita el estudio a largo plazo de esta comunidad tan diversa y abundante de murciélagos.

En la actualidad, varios proyectos de investigación nacionales e internacionales pueden plantearse cuestiones muy específicas que son difíciles de abordar en otros lugares (4). Una de las preguntas inmediatas es cómo consigue mantenerse



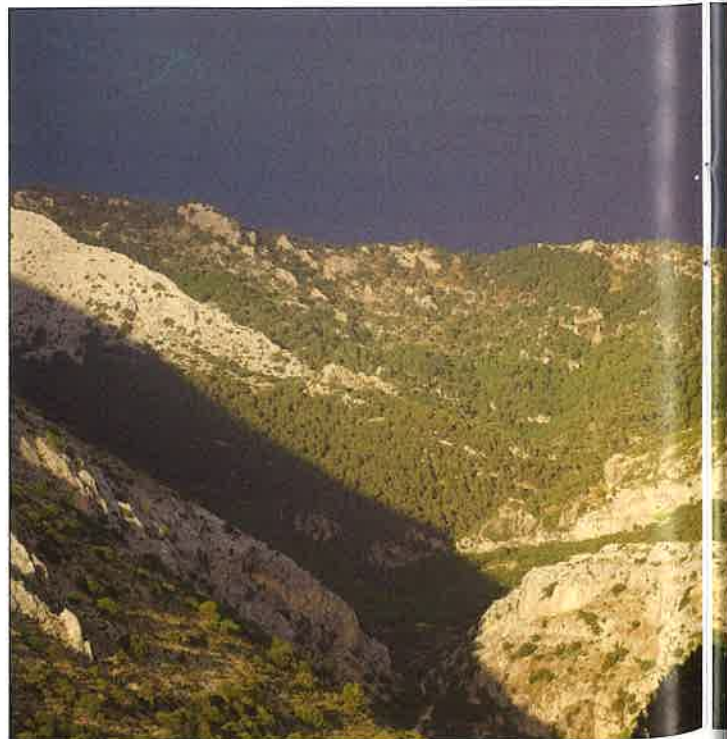
Murciélago ratonero patudo (*Myotis capaccinii*) intentando capturar un pez en la superficie del agua mediante sus largas patas. Es una especie troglodita, típica de ambientes acuáticos mediterráneos, y cuenta con un importante refugio de cría a escasos kilómetros de los límites del parque natural, donde acude a alimentarse (foto: Antton Alberdi).

El macizo calcáreo de Cazorla visto desde el puerto de Tíscar (foto: Javier Juste).

en los bosques del PNCSV una comunidad tan apretada, a pesar de que existen mecanismos ecológicos, como la exclusión competitiva, que tienden a evitar la concentración de especies con características similares. Para conocer el grado de competencia por los insectos, su principal recurso trófico, nuestro equipo está llevando a cabo un estudio en colaboración con la Universidad del País Vasco para determinar la dieta de los murciélagos a partir del análisis genético de los restos de presas presentes en sus excrementos. Podemos así saber qué tipos de insectos (lepidópteros, coleópteros, dípteros) fueron consumidos por los murciélagos capturados durante su actividad nocturna. Una información inaccesible sin esta metodología molecular y que se basa en comparar las secuencias de ADN encontradas en cada una de las muestras con la información genética catalogada y disponible en bancos de datos públicos.

Los resultados, aún preliminares, apuntan a que una primera forma de esquivar la excesiva competencia es mediante un alto grado de especialización ecológica y trófica dentro de la comunidad de murciélagos. Sorprendentemente para los profanos, los murciélagos capturados en una localidad concreta son muy variables en cuanto a forma y tamaño, lo que se asocia con estrategias de caza muy variadas. Es decir, cada especie explota con preferencia un nicho o estrato concreto

dentro del bosque, ya sea desplazándose por el intrincado matorral de zarzas, escobones y jaras o por el espacio abierto entre las copas de los árboles. También frecuentan la vegetación ribereña o incluso las láminas de agua en albercas y riachuelos. Además, y de forma paralela, las especies optimizan su sistema de ecolocación en función de estas características ecológicas, ya que no es lo mismo desplazarse y recabar infor-





mación por un ambiente despejado y abierto, que por otro enmarañado y complejo; o capturar polillas en vuelo libre, que picotear moscas o grillos en la superficie de hojas y troncos.

Por otro lado, nuestro estudio confirma una clara especialización ecológica, de tal manera que la abundancia y proporción de cada tipo de insecto varía enormemente entre las especies de murciélagos encontradas. Así, murciélagos extremadamente generalistas como el nóctulo grande (*Nyctalus lasiopterus*) aprovechan desde un mosquito a pequeñas aves paseriformes, mientras que otras más especialistas basan su alimentación casi en un único recurso, como las polillas en el caso del orejudo gris o los arácnidos en el del ratonero de Escalera. En cualquier caso, esta enorme variabilidad en la dieta y el uso del espacio hace que se minimicen los fenómenos de competencia real, con una mayor coexistencia de especies de la que cabría esperar

Jornadas sobre

ecología de las sierras jienenses

El PNCSV cumplió 35 años en 2021 y con tal motivo el Centro de Capacitación y Experimentación Forestal de Cazorla acogió unas jornadas que dieron en titularse *La ecología del Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas explicada por quienes la investigan*. Los lectores que tengan interés por entender la singularidad de este lugar desde la perspectiva de expertos en botánica, zoología y ecología pueden disfrutar de las conferencias en YouTube, donde están disponibles para su consulta.

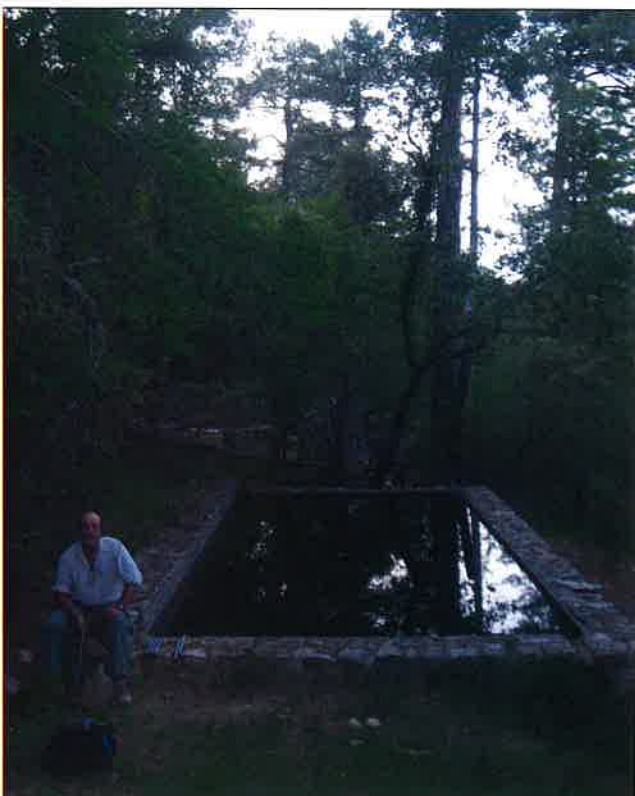
Podrán profundizar así en los cambios que ha sufrido la vegetación a escala geológica y la influencia del hombre en ese proceso, la variedad de señales que quedan registradas en los anillos de crecimiento de los pinos y la cantidad de factores que influyen en la recuperación de la comunidad vegetal tras un incendio. También sabrán más de la fragilidad y singularidad de los hábitats sobre los que se asientan buena parte de las especies de flora endémica, en riesgo por los efectos negativos del cambio climático, la transformación de uso del suelo y el sobrepastoreo. Aparte de lo ya comentado aquí sobre los murciélagos, en la parte zoológica averiguarán cómo han cambiado las poblaciones de ungulados en las últimas décadas, la importancia de las aves carroñeras para reciclar la materia orgánica y el microcosmos que habita en la base de una pluma o en el néctar de una flor.

Pero un ecosistema es más que la riqueza de su flora y fauna. Son las interacciones ecológicas las que dan soporte y mejor caracterizan la biodiversidad de los bosques mediterráneos y del resto de las comunidades vegetales representadas en el parque natural. El éxito reproductivo de las especies y la regeneración de las poblaciones requieren interacciones como la polinización (5) y la dispersión eficiente de semillas. También se abordaron los elementos de gestión necesarios para una conservación dinámica del espacio en un momento crítico tanto para la naturaleza como para la ciencia. Ojalá que el mutualismo entre investigación y conservación que ha caracterizado estos primeros 35 años del parque siga dando frutos en las próximas décadas.

Arriba, abeja de la especie *Andrena baetica* sobre una flor de *Ornithogalum umbellatum*.

A la izquierda, violetas de Cazorla (*Viola cazorlensis*). Ha transcurrido casi un siglo desde que el abad Michel Gandoger describiera en 1902 la violeta de Cazorla hasta que el entomólogo Thomas J. Wood hiciera lo propio con *Andrena baetica* en 2020. Las condiciones para investigar han mejorado mucho, pero la misma dedicación y entusiasmo siguen siendo necesarios para hacer nuevos descubrimientos (fotos: Carlos M. Herrera).





Arriba, colocación de una red japonesa sobre un curso de agua en la cabecera del río Guadalquivir. Este método de captura ha sido el más eficaz y usado en el muestreo de murciélagos (foto: Roberto Novella). A la izquierda, alberca próxima a la casa forestal de Roblehondo, un punto de agua permanente al que acuden decenas de murciélagos para beber o cazar cada noche. Aquí se han capturado más de diez especies diferentes (foto: Jesús Nogueras).

en un hábitat más homogéneo y con menos riqueza de insectos.

Conexiones con la procesionaria del pino

Aunque pueda resultar paradójico, además de una relativa especialización alimenticia, el estudio detallado de la dieta ha puesto de manifiesto de forma sorprendente que la práctica totalidad de los murciélagos del parque natural consumen de una u otra forma polillas de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*), una plaga importante de estas masas forestales. Las polillas de procesionaria vuelan unas pocas noches con fines reproductivos entre junio y la primera mitad de septiembre, cuando constituyen la presa fundamental de miles de murciélagos en el PNCSV. Satisfacen así sus requerimientos energéticos máximos en dos momentos clave: al final de la primavera, que coincide con la lactancia, y el inicio del otoño, cuando los jóvenes se desarrollan y engordan para hacer frente a la hibernación.

Aunque la mayoría de los murciélagos se alimentan de procesionarias, unos lo hacen de forma continuada a lo largo de toda la primavera y

el verano, como en el caso del murciélago de cueva (*M. schreibersii*), mientras que otros aprovechan picos puntuales, como el ratonero de Escalera, que concentra sus capturas en primavera, cuando comienza el periodo de vuelo de las polillas. Sin estudios específicos es difícil valorar, y más aún cuantificar, el papel que desempeñan los murciélagos en el control de esta plaga forestal, que causa enormes pérdidas en la producción primaria de los pinares y cierta alarma social en los años de elevada abundancia.

Lo que sí parece indudable es que su papel controlador es muy importante y que los efectos de la plaga serían mucho mayores sin la depredación que ejercen los murciélagos. Hay que tener en cuenta que actúan en la fase reproductora adulta, y por lo tanto más sensible, del ciclo vital de la procesionaria. Además, son prácticamente sus únicos depredadores en esta fase, ya que las polillas vuelan estrictamente de noche.

Quizá por ser nocturnos, hasta ahora no sabemos que las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas albergan una comunidad de murciélagos tan excepcional por su diversidad y abundancia, no sólo a escala peninsular, sino muy posiblemente también europea. Advertirlo ha sido posible gracias a la arraigada tradición de investigación que se desarrolla en este espacio protegido y a la disponibilidad de infraestructuras básicas para hacer ciencia. ✂

Autores

JAVIER JUSTE BALLESTA es investigador científico del CSIC y miembro del Grupo de Investigación y Conservación de Murciélagos de la Estación Biológica de Doñana. Interesado en la ecología y la evolución de los murciélagos, tanto en la Cuenca Mediterránea como en los cinturones tropicales africano y asiático, siempre tiene tiempo para adentrarse en el proceso coevolutivo de los virus asociados a quirópteros, un tema de la máxima actualidad.

CARLOS IBÁÑEZ ULARGUI es profesor de investigación del CSIC y fundador del Grupo de Investigación y Conservación de Murciélagos de la Estación Biológica de Doñana. Como ingeniero de montes, ha dedicado su vida al estudio y conservación de los murciélagos y ha dedicado gran parte de su actividad investigadora a la depredación de paseriformes por parte del nódulo grande.

JESÚS NOGUERAS MONTIEL es licenciado en Biología por la Universidad de Granada y miembro del Grupo de Investigación y Conservación de Murciélagos de la Estación Biológica de Doñana, donde ejerce como técnico de campo. Ha participado en todos los grandes proyectos sobre murciélagos, especialmente en Andalucía.

SONIA SÁNCHEZ NAVARRO es licenciada en Ciencias Ambientales por la Universidad de Sevilla y trabaja como técnico superior en el Grupo de Murciélagos de la Estación Biológica de Doñana. Estudia principalmente los impactos del ser humano sobre los murciélagos, en particular los derivados de los aerogeneradores y la contaminación lumínica.

CONCHITA ALONSO MENÉNDEZ es ecóloga en el Departamento de Ecología Evolutiva de la Estación Biológica de Doñana. Sus líneas de trabajo son la biología reproductiva, las interacciones planta-animal, la ecología química y la regulación epigenética en los procesos de adaptación vegetal.

AGRADECIMIENTOS

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y el personal del Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas facilitaron nuestro trabajo en este espacio protegido. También agradecemos a Miguel Ángel Ruiz Iniesta, Pedro Antonio Tíscar y Carlos M. Herrera la revisión del artículo y su labor en la organización de las *Jornadas sobre investigación en Cazorla*, así como a todo el personal del Centro de Capacitación y Experimentación Forestal de Cazorla, donde se desarrollaron.

DEDICATORIA

Queremos dedicar este artículo a la memoria del investigador sueco Jens Rydell, recientemente fallecido, que dedicó su vida a estudiar la ecología de los murciélagos. Movido por su curiosidad insaciable y una gran amistad, nos acompañó en diversas ocasiones durante los trabajos de campo por las sierras de Cazorla, Segura y Las Villas, donde obtuvo fotos espectaculares de algunas especies.

DIRECCIÓN DE CONTACTO: Javier Juste · Correo electrónico: juste@ebd.csic.es



1: De izquierda a derecha: Javier Juste, Sonia Sánchez-Navarro y Conchita Alonso frente a la puerta principal de la Estación Biológica de Doñana (CSIC), en Sevilla.

2: Carlos Ibáñez (izquierda) y Jesús Nogueras en la puerta de la antigua casa forestal de Roblehondo, actualmente convertida en estación de campo para alojar a investigadores.



Bibliografía

- <https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots#>
- <https://metode.es/revistas-metode/document-revistas/mis-primeros-viajes-por-espana.html>
- De Paz, O. y otros autores (2017). Bats of Valsain Forest (Segovia, Spain): high species richness and activity use. Poster en 14th *European Bat Research Symposium*. Disponible en DOI: 10.13140/RG.2.2.19749.40165.
- Herrera, C.M. (2019). Historia natural, estaciones de campo y evolución de la ecología. *Quercus*, 400: 20-27.
- Alonso, C.; Parra-Tabla, V. y Herrera, C.M. (2018). Polinización por insectos en

comunidades vegetales hiperdiversas. *Quercus*, 385: 26-34.

Hemeroteca

Quercus 385 (marzo 2018)
- Polinización por insectos en comunidades vegetales hiperdiversas. Conchita Alonso y otros autores.
Artículo en formato PDF: 1'25 € (Ref. Q385.26)
Revista completa en formato PDF: 10 € (Ref. Q385)
Revista completa impresa: 3'95 € (Ref. S301385)

Quercus 400 (junio 2019)
- Historia natural, estaciones de campo y evolución de la ecología. Carlos M. Herrera.
Artículo en formato PDF: 1'25 € (Ref. Q400.20)
Revista completa en formato PDF: 10 € (Ref. Q400)
Revista completa impresa: 3'95 € (Ref. S301400)