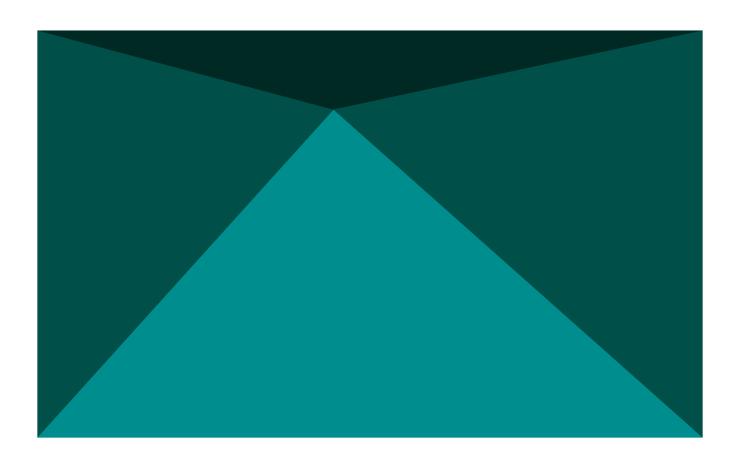


- : La importancia de las entidades no gubernamentales en la investigación y conservación ambiental. Editorial.
- : Apuntes sobre la ictiofauna del río Guadalquivir. Carlos Granado Lorencio.
- : Efectos de los incendios forestales sobre la población silvestre de Tetraclinis articulata (Vahl) Masters en el sureste ibérico. Juan Miguel Moya-Pérez y Miguel Ángel Esteve-Selma.
- : Estudio de los cnidocistos del coral solitario Leptopsammia pruvoti (Lacaze-Duthiers 1897) (Scleractinia: Dendrophylliidae) para avanzar cononocimiento del cnidoma como carácter taxonómico. Alejandro Terrón-Sigler, Patricio Peñalver-Duque y David León-Muez.
- : Avistamiento de cetáceos como herramienta para el estudio de la población de orca (Orcinus orca) en el Estrecho de Gibraltar. Cristina Otero Sabio, Talía Morales Herrera, Jose Manuel Escobar Casado y Ezequiel Andreu Cazalla.
- : Análisis del impacto del programa de educación ambiental de Grefa en escolares y su entorno: padres y profesores. Patricia Cury, Arias Astray, Picornell Lucas, Blanca Chana y López-Cozar.
- *: El Algarrobo (Ceratonia siliqua L.), importancia paisajística, económica y perspectivas de futuro.* Guillén, Ferrer-Gallego, Serena y Peris.
- *: De Observado.org: Breve historia y toma de datos de calidad mediante aplicaciones móviles.* Julio Rabadán-González, Eduardo Rodríguez-Rodríguez, Jose Antonio Sarrión, Javier Rengel, Albert Savijn.



Chronica naturae,7 (2018). ISSN: 2253-6280. febrero 2018. Sevilla. contacto@chronicanaturae.org Chronica naturae es una publicación coordinada, editada y difundida por la Asociación Hombre y

Territorio (HyT).

 $www.hombreyterritorio.org \ // \ +34\ 955\ 324\ 985\ .\ 637\ 524\ 856\ .\ 645\ 387\ 526$



Editorial :4

: La importancia de las entidades no gubernamentales en la investigación y conservación ambiental.

Comité editorial de Chronica naturae.

El investigador invitado :5/11

: Apuntes sobre la ictiofauna del río Guadalquivir.

Carlos Granado Lorencio.

Artículos :12/17

: Efectos de los incendios forestales sobre la población silvestre de Tetraclinis articulata (Vahl) Masters en el sureste ibérico.

Juan Miguel Moya-Pérez y Miguel Ángel Esteve-Selma.

Artículos :18/26

: Estudio de los cnidocistos del coral solitario Leptopsammia pruvoti (Lacaze-Duthiers 1897) (Scleractinia: Dendrophylliidae) para avanzar cononocimiento del cnidoma como carácter taxonómico.

Alejandro Terrón-Sigler, Patricio Peñalver-Duque y David León-Muez.

Artículos :27/36

: Avistamiento de cetáceos como herramienta para el estudio de la población de orca (Orcinus orca) en el Estrecho de Gibraltar.

Cristina Otero Sabio, Talía Morales Herrera, Jose Manuel Escobar Casado y Ezequiel Andreu Cazalla.

Proyectos de investigación-conservación :37/44

: Análisis del impacto del programa de educación ambiental de Grefa en escolares y su entorno: padres y profesores.

Patricia Cury, Arias Astray, Picornell Lucas, Blanca Chana y López-Cozar.

Proyectos de investigación-conservación :45/54

: El Algarrobo (Ceratonia siliqua L.), importancia paisajística, económica y perspectivas de futuro.

Guillén, Ferrer-Gallego, Serena y Peris.

Proyectos de investigación-conservación :55/62

: De Observado.org: Breve historia y toma de datos de calidad mediante aplicaciones móviles. Julio Rabadán-González, Eduardo Rodríguez-Rodríguez, Jose Antonio Sarrión, Javier Rengel, Albert Savijn.



La importancia de las entidades no gubernamentales en la investigación y conservación ambiental.

"¿Investigación?! ¡Eso sólo se hace en las universidades!". Ante esta afirmación, realizada no hace mucho tiempo por un investigador de una Universidad, una pequeña entidad conservacionista, por poner un ejemplo, tendría que haber tirado la toalla y no haber seguido trabajando hasta conseguir levantar la mayor información científica existente hasta hoy día sobre una especie endémica y amenazada de nuestros mares, lo que ha permitido, entre otras cosas, conocer los aspectos esenciales sobre la biología de esa especie y cambiar y mejorar la gestión de sus poblaciones.

Como todo, la ciencia debe ir evolucionando y no debe mantenerse estancada ni centralizada en los grandes entidades como Universidades, Museos o Centros de Investigación, ya que es un hecho que existen cada vez más entidades y organizaciones que hacen ciencia e investigación, enmarcadas en diferentes escalas legales y sociales. De hecho, este tipo de entidades pueden llegar a ser más ágiles y eficientes a la hora de realizar ciertas investigaciones, sobre todo en lo que a tiempos se refiere.

Se reconocen distintas causas que pueden mermar el éxito de una investigación o el objetivo de ser comunicada a los sectores interesados: el celo por publicar datos científicos en revistas de alto impacto hace o puede hacer que la ciencia sea eficaz, pero muy poco eficiente. El procesamiento de datos, los procesos de evaluación de determinadas publicaciones y la falta de tiempo de los grupos de investigación implicados puede ralentizar el resultado final. A esta ineficiencia se le podría sumar otro celo o recelo investigador, que es el involuntario o voluntario "apropiamiento" de especies, hábitats, ecosistemas o, incluso, áreas geográficas, que en muchos casos hace que las investigaciones no puedan llegar a materializarse o publicarse. Aunque aquí entra en juego la conocida falta de medios o financiación como elemento desestabilizador, hay que apuntar que en ocasiones a esto se une la falta de colaboración intra o interinstitucional, que podría paliar la falta de recursos en ciertas ocasiones.

La competencia feroz entre investigadores e instituciones puede estar haciendo que la ciencia involucione. Es por ello, que el papel de ciertos agentes no involucrados en esta competencia puede ser primordial para la ciencia. En la actualidad, existen entidades que crean nexos de unión entre grupos, colaborando a todo los niveles en la ejecución de proyectos, muestreos y demás, desarrollando colaboraciones naturales, limpias y eficientes. Esta dinámica se conforma como actividad aireadora de esa ciencia a veces anticuada, y además construye puentes hacia la ciudadanía, ofreciendo una ciencia más fresca y cercana a través de lo que se conoce como por ejemplo la ciencia ciudadana.

Algo que sin duda funciona para evolucionar hacia una ciencia cada vez más transparente es el diálogo, que en estos tiempos que corren precisa de ser vital para solucionar enquistamientos. Tratar de plantear proyectos conjuntos entre grupos o investigadores cercanos con objetivos convergentes así como el compartir información y citar fuentes y estudios, vengan de quien vengan, es primordial para el cambio hacia una evolución sana y constructiva de nuestra ciencia. Compartir y difundir, he ahí la cuestión.

Comité editorial de Chronica naturae. Febrero 2018.



Apuntes sobre la ictiofauna del río Guadalquivir.

Carlos Granado Lorencio

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla. Apdo. 1095, 41080 Sevilla

Una visión histórica

En la antigüedad, el río Guadalquivir desembocaba en un lago (Ligustino) de dimensiones similares a lo que hoy ocupan las marismas desde la localidad de Coria del Río hasta el mar. En la zona de transición marino-fluvial, los depósitos formaban dos brazos, y en medio una isla (denominada Gritea), donde estaba la ciudad de Tartesos (Tarschisch). Actualmente, el río Guadalquivir ha sido definido por Fernández Delgado como ...ecosistema costero templado con programación estacional, en donde las pulsaciones estacionales, en materia de productividad y actividad reproductora y de comportamiento de los animales, están programadas estacionalmente por fotoperiodos, periodicidades lunares/mareales, etc. Ubicado en una zona de clima mediterráneo, tiene una longitud de 680 Km., y una cuenca de 63.822 Km². Limitado, al norte, por la Sierra Morena, y al este por las sierras de Segura, Alcaráz y La Sagra; al sur se localizan la Sierra de Baza, Sierra Nevada y Serranía de Ronda. El sector de cabecera se eleva por encima de los 2000 metros, mientras que en el tramo bajo, a 230 Km. de la desembocadura, la altitud es de solo 50 m.; la ciudad de Sevilla (a 80 km.) es de 7-9 m., y la marisma se encuentra entre 2 y 3 metros sobre el nivel del mar. En condiciones naturales, antes de la proliferación de obras de regulación, los caudales máximos oscilaban alrededor de 8.000 m³/seg., mientras que los medios eran de unos 185 m 3/seg.

Bajo el punto de vista de la biodiversidad acuática, el río Guadalquivir se encuentra localizado en un área geográfica privilegiada en el paso de las rutas migratorias de las especies ícticas diadromas (migración entre el mar y las aguas epicontinentales) hacia el Mediterráneo y el Atlántico norte. La penetración de este tipo de especies era tan importante aguas arriba de la desembocadura, que existía una gran actividad pesquera por parte tanto de pescadores locales como venidos desde otras partes del país y Portugal. La presencia de estas especies, aunque fuera de manera esporádica en el tiempo, se ha visto reducida dramáticamente, al igual que en otros ríos ibéricos (esturión, salmones, anguila, sábalos,...); llegándose incluso a la total extinción de algunas de ellas, en cuencas como las del Duero, Tajo, Ebro y Guadalquivir. Las causas de este dramático proceso son atribuidas a la contaminación de las aguas, la sobrepesca y de manera importante a la política de construcción de embalses sufrida en nuestro país, de manera más acusada desde la finalización de la II Guerra Mundial.

Si comparamos la riqueza de especies epicontinentales (de agua dulce) en la cuenca del río Guadalquivir respecto al resto del país, nos encontramos que de un total de 61 especies dulceacuícolas y eurihalinas presentes en España (24 familias), 35 están presentes en el Guadalquivir (18 familias). En relación con las especies exóticas, se estima que en la Península Ibérica hay unas 24 y 13 en el Guadalquivir (datos poco fiables debido a la caótica situación de las especies invasoras y a la falta de buenos datos). Los tramos altos están ocupados por salmónidos; los medios por barbos, góbidos, cobítidos, colmillejas, cachuelos y bogas; y los tramos más bajos, y remansados, por ciprínidos con estrategias de vida del tipo de la carpa y tenca; correspondiendo al tramo final, con cierta influencia salina, a especies de tolerancia salobre (salinete, gambusia, espinosillo, etc.) y especies de vida anfidroma o diadroma (figura 1).

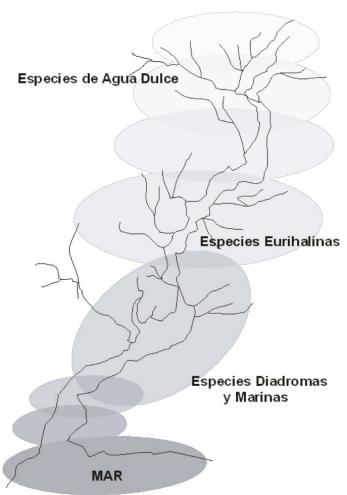


Figura 1. Distribución de las especies según el estilo de vida.

Conocer cómo era la ictiofauna de este río, en tiempos remotos, obliga a revisar documentos y archivos antiguos que hacen referencia, directa o indirectamente, a algunos aspectos de la riqueza piscícola tiempo atrás. En nuestro país, las fuentes bibliográficas sobre la ictiofauna son muy reducidas y comienzan a finales del siglo XIX. Anteriormente, la información está contenida en trabajos de geógrafos, escritores y viajeros que describen paisajes de la península Ibérica. Se puede conocer el proceso histórico de la ictiofauna del río revisando documentos que se remontan desde el siglo XIV. Si agrupamos los datos en anteriores a 1931 y posteriores a esta fecha podemos comentar algunas regularidades. La ordenación en estos periodos atiende a dos razones: de una parte, a la propia historia de la ictiología hispana, con muy pocos trabajos sobre los peces del río Guadalquivir hasta 1930, correspondiendo la mayoría a geógrafos, historiadores y viajeros; de otra, en 1931 se construye el embalse de Alcalá del Río (a 100 km. de la desembocadura), primer obstáculo para las especies migradoras y fecha a partir de la cual se observa el declive de las pesquerías de estas especies en el río.

La primera referencia sobre especies migradoras corresponde a una lista de las especies que se comercializaban en los mercados de algunas localidades ribereñas, alrededor de 1300. En ella, si bien no se hace mención a la abundancia de sus poblaciones, si se comprueba su presencia en el río. Una cita posterior, en 1526, pone de manifiesto la existencia de todas ellas, a excepción de la lamprea y mujoles. Sus ausencias no resultan fáciles de explicar, siendo posible que no se hayan citado por su escaso interés comercial. En 1624, excepto lampreas, las restantes se pescan en el río. A inicios de 1700, la lista de especies recogidas permite reconstruir con cierta aproximación la distribución geográfica de estas especies y su presencia en la cuenca del río Guadalquivir.

El área de distribución de las lampreas, a mediados del siglo XIX, indica una amplia ocupación de la cuenca. La migración reproductiva se realizaba a finales del invierno. El escaso número de citas bibliográficas sobre esta especie atiende más a su escaso interés comercial (a diferencia de las localidades gallegas) que a la escasez de sus poblaciones (figura 2).

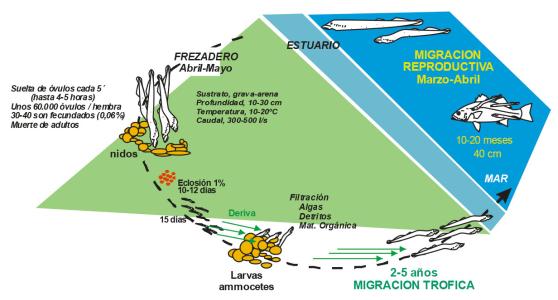


Figura 2. Ciclo de vida de las lampreas

El esturión o sollo del Guadalquivir (*Acipenser sturio*), denominada localmente así como derivación de la palabra latina *sus* (el cerdo de las aguas), por su alimentación de fondo sobre el bentos del sedimento, es una especie antigua, situada en la transición entre los peces cartilaginosos y los óseos, que en la antigüedad ocupaba gran cantidad de sistemas fluviales. Si bien dentro de este grupo existen formas que tienen una estrategia de vida exclusiva en las aguas epicontinentales, forman parte también especies que la comparten entre los ríos y el estuario, o entre las aguas dulces y el mar (anadromos). Dentro de estos últimos se encuentra la especie que habitaba algunos de los ríos más importantes de la Península Ibérica. Existieron capturas en la mayor parte de los grandes ríos ibéricos, siendo de resaltar las citas históricas en el Ebro, Tajo, Duero, Guadiana y Guadalquivir y Guadalete.

El esturión tiene un ciclo de vida general en el que comienza la migración reproductiva aguas arriba del río, a finales del mes de enero hasta mayo. En el río Guadalquivir la distancia migradora alcanzaba los 250 km. de la desembocadura, reproduciéndose en zonas de poca profundidad, transparentes y con fondos de arena y grava, tanto en el propio río como en tributarios. Durante este periodo del año había gran actividad pesquera, existiendo incluso una normativa legal que regulaba su actividad. Se reproducía en el tramo situado en la actualidad entre la presa de Alcalá del Río y Cantillana, remontando el río en febrero-marzo. Los huevos embrionados eclosionaban y las formas larvarias y juveniles se mantenían en el río de 1 a 3 años. Tras este periodo migraban al mar, donde vivían hasta los 9-11 años, los machos, y hasta los 14 años, las hembras (edad de maduración sexual). Alcanzada ésta, remontaban el río hasta los frezaderos (fondos de grava, entre 2 y 4 metros de profundidad, cierta corriente y aguas oxigenadas). Se estima que el inicio de la migración aguas arriba se situaba en caudales superiores a los 100 m³ / seg., hasta los 400 m³ / seg. Esta especie necesitaba reconocer la existencia de aguas dulces en el mar, lo cual acontecía con los vertidos fluviales en la zona terminal estuarina (figura 3).

A mediados del siglo XX, sus poblaciones eran de una cierta importancia, realizándose pesquerías con alto interés económico. Se puede resaltar la utilización pesquera tanto desde el punto de vista de la comercialización de su carne ahumada como en la elaboración del caviar, a partir de las gónadas de las hembras. En 1932 se crea la fábrica de caviar negro de la familia Ybarra, situada en la localidad de Coria del Río. La idea parte de un cocinero del marqués de Yanduri, Prunei, que de forma anecdótica plantea el interés del esturión en otros países europeos, en especial en Francia (en la zona del Guadalquivir, con anterioridad se echaba las huevas a los cerdos para alimentarse). Al frente de la misma se encuentra un hidrobiólogo ruso, Theodoro Classen, contratado por los dueños para el montaje y funcionamiento de esta pequeña factoría. En las labores pesqueras entran a formar parte distintas familias de Coria del Río, Alcalá del Río y otras localidades, como Lebrija y Trebujena. Los pescadores calaban palangres de fondo, y durante el invierno y principios de la primavera, eran transportados vivos los ejemplares capturados en el trayecto Alcalá del Río-Sanlúcar de Barrameda, a Coria del Río, para la elaboración del caviar y el fileteado de la carne. Fundamentalmente la pesquería se realizaba sobre las hembras. Los centros de comercialización de los productos del esturión eran Madrid (Mantequerías Leonesas), Barcelona y restaurantes de la ciudad de Sevilla. Un elevado porcentaje de la carne era enviada a centros de beneficencia de los pueblos cercanos.

Acipenser sturio (Río Guadalquivir)

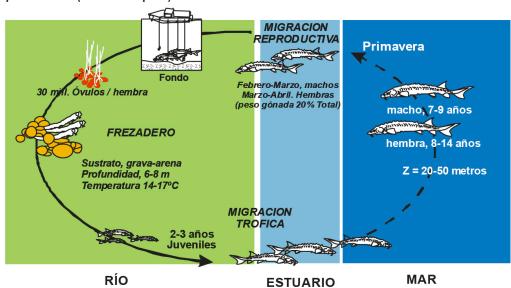


Figura 3 Ciclo de vida de los esturiones

Tras un proceso de agotamiento de las poblaciones del río Guadalquivir, en 1967 dan por terminada la experiencia y se cierra la fábrica. A partir de entonces se abandonan las pesquerías selectivas del esturión, siendo capturados de forma aleatoria, siempre en un bajo número de ejemplares. Son de resaltar dos ejemplares en 1978 (Alcalá del Río), y hace veinticinco años, 1992, en la desembocadura del Guadalquivir.

La migración trófica de la anguila comenzaba en el mes de diciembre y colonizaba la práctica totalidad de ecosistemas acuáticos de la cuenca. Desde su entrada en el río era pescada. Varios autores realizan reiteradamente comentarios sobre la elevada abundancia de esta especie en el río y la variedad de artes de pesca que se utilizan en su pesca, dependiendo del tipo de hábitat donde se localizaba (figura 4).

Otras especies como los sábalos y sabogas migraban aguas arriba del río durante el mes de enero, presentando un ciclo similar al esturión, y siempre desovando en los fondos del cauce principal. Los mujoles han tenido siempre importantes poblaciones en el río Guadalquivir, y de ello pueden dar buena fé, tanto los romanos que acuñaron monedas con su

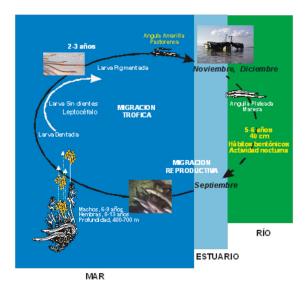


Figura 4. Ciclo de vida de las anguilas

silueta como los pescadores de hoy que distraen su tiempo en la pesca deportiva desde las orillas del río y la dársena.

Las artes utilizadas en las capturas en muchas ocasiones eran específicas de las especies, así se utilizaba el espinel (para anguila y róbalo), red de a pie (para camarones), salar y sabogal (para los sábalos y sabogas), sollera para el esturión y otras poco selectivas como el medio mundo, algerife y red de atajo.

Trabajos posteriores muestran que las especies migradoras del río Guadalquivir mantenían

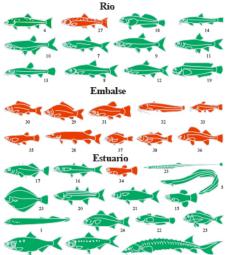
sus poblaciones a finales del siglo XIX y principios del XX; aunque algunos autores ya realizaban, en aquellos tiempos, advertencias sobre el peligro que corría la ictiofauna de este río a causa de la actividad humana y la sobrepesca. En la actualidad, la ictiofauna del río Guadalquivir presenta características biogeográficas poco generalizables. Dependiendo de factores de tipo histórico, la riqueza en especies varía en los distintos tramos. Hasta hace sesenta años aún era posible capturar esturión o sollo (*Acipenser sturio*) y de forma abundante lamprea, llamada "pegatimón" (*Petromyzon marinus*). Otras especies se siguen encontrando con relativa frecuencia en sus aguas, como son los sábalos y sabogas (*Alosa alosa y Alosa fallax*), anguila (*Anguilla anguilla*). Los albures (*Chelon, Liza y Mugil*) son la especie más abundante en la desembocadura, con pesca esporádicas de pejerrey, antiguamente llamados peje o pez de rey (*Atherina*) y de otras especies marinas que llegan hasta las zonas de penetración del agua de marea como róbalo (*Dicentrarchus labrax*), camarones y peces planos.

Las especies de la ictiofauna que en la actualidad visitan esporádicamente o se encuentran de manera sedentaria en el tramo final del río Guadalquivir son unas 47, pertenecientes a 27 Familias. Se pueden clasificar en cinco categorías: limnéticas, con un porcentaje del 19 % (arrastradas por las aguas durante los periodos de crecidas, con cierta tolerancia a la salinidad, *Barbus, Cyprinus, Micropterus*, etc.); diadromas, con el 10.5 % (tanto de las especies que se reproducen en el mar o en el río y de paso por el estuario en la migración hacia el mar; *Petromyzon, Alosa*, etc.); estuarinas, con solo el 6% del total (el ciclo de vida se realiza exclusivamente en el estuario, *Aphanius baeticus, Fundulus heteroclitus y Atherina boyeri*; marino-dependientes (55.3 %), pasan parte de su ciclo de vida en el estuario, para la reproducción, crecimiento larvario, en estado adulto, ... Existen dos grupos, los que penetran en el estuario con la marea creciente y lo abandonan con la vaciante; y aquellas que entran en forma de alevín y lo dejan cuando alcanza la madurez sexual, para reproducirse en el mar. Y por último, marino dependientes, con algo m s del 8.5 % (con las lluvias migran al estuario, *Gobius*, *Blenius*,..).

Además de las ya comentadas, con ecología diadroma, se encuentran Engraulis encrasicolus, Onchorrynchus mykiis, Halobatrachus didactycus, Hyporhamphus picarti, Fundulus heteroclitus, Aphanius iberus, Gasterosteus aculeatus, Hippocampus hyppocampus, Sygnatus abaster, Dicentrarchus labrax, D. punctatus, Pomatomus saltator, Diplodus sargus, Lithognathus mormyrus, Sparus aurata, Argirosomus regius, Umbrina canariensis, Mullus barbatus, Chelon labrosus, Liza aurata, Liza ramada, Liza (Protomugil) saliens, Mugil cephalus cephalus, Blenius pavo, Ammodytes tobianus, Aphia minuta, Gobius niger, Gobius

Figura 5. Especies

representativas del río Guadalquivir



paganellus, Pomatochistus microps, pomatochistus minutus, Stromateus fiatola, Dicologoglosa cuneata, Solea senegalensis, Solea vulgaris vulgaris (figura 5).

Causas de la extinción de sus poblaciones.

Todas las especies ibéricas han evolucionado en el marco funcional de los ríos. La escasez de sistemas acuáticos de tipo léntico (lagos y lagunas) en la Península, en condiciones naturales, ha determinado que su ictiofauna desarrollara estrategias adaptativas óptimas para su pervivencia a lo largo del tiempo (estructura de población, tiempo de madurez reproductora, tasas de mortalidad, alimentación, movimientos espaciales, etc.) para la vida en los ríos, arroyos y riachuelos (tipo lótico).

La mayor parte de nuestros sistemas fluviales vienen caracterizados por su intermitencia, con periodos de torrencia-

lidad y sequía (excepto los de régimen nival o pluvio-nival de montaña), durante el ciclo anual, típicos de áreas geográficas semiáridas o áridas. Otra especificidad de estos ríos es la causada por la irregularidad temporal de las precipitaciones, que ocasiona diferencias marcadas de los caudales a nivel interanual. En este marco ambiental podemos incluir a la cuenca del río Guadalquivir. Las transformaciones que ha sufrido este río durante los últimos siglos, unidas a los procesos de degradación de la calidad de las aguas, ha determinado el deterioro de su fauna ictiológica.

La irregularidad climática, y por ende, de los caudales de nuestros ríos, ha llevado consigo su regulación y reparto entre distintas zonas geográficas, cuyo resultado ha sido la construcción de más de 1000 grandes presas (481 de las cuales se construyeron entre 1938 y 1973). En la actualidad, con la construcción del embalse de La Serena, sobre el río Zújar (Cuenca del río Guadiana, Badajoz), con más de 3200 Hm³, sitúan a nuestro país entre los de cabeza de Europa, siendo la regulación total de caudales de algo más de 45.000 Hm³/ año, cinco veces superior al existente en condiciones naturales.

En los embalses del Guadalquivir, con relación al tipo de ciclo de vida, se pueden encontrar tres tipos de especies ícticas: las que realizan todo su ciclo en el embalse (carpa común, carpín, carpa de Kollar, tenca, pez sol, pez gato, black-bass, gambusia y lucio), las que migran hacia los tramos altos de los ríos para reproducirse (barbos y bogas) y aquellas que han quedado atrapadas en el embalse en su migración trófica o reproductiva desde el mar (pejerrey y anguila, principalmente). Por encima de esta catalogación de especies ícticas de los embalses y sus aspectos ecológicos característicos, se encuentra un cada vez mayor número de especies introducidas (exóticas), generalmente de ciclo de vida desarrollado en su totalidad en el embalse, y que corresponden a especies exóticas centroeuropeas y americanas, en su mayoría, tales como lucio, black-bass, pez gato, pez sol, gambusia y siluro. En estos momentos, la deficiente política de control de introducciones ejercida por la Administración ha dado origen a verdaderas plagas de especies exóticas en nuestros embalses, siendo de destacar el caso del pez sol, actualmente distribuido por la mayor parte de la Península Ibérica.

En resúmen, se pueden realizar algunas consideraciones ecológicas para intentar describir

los factores que han determinado el empobrecimiento de la ictiofauna del río Guadalquivir. Si bien no resulta fácil establecer una única causa de la progresiva extinción de algunas especies, se pueden plantear una combinación sinérgica de varias de ellas.

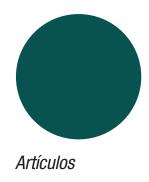
Resulta curioso observar que el mismo año en que se funda la fábrica de caviar de la familia Ybarra (1932), se realizan las obras de la presa de Alcalá del Río. Este hecho determina que las poblaciones se vieran incapaces de reproducirse en los frezaderos históricos, que como anteriormente se comentó, se situaban en las cercanías de Cantillana. Ante esta situación, el sollo frezaba al pie de la presa, y posteriormente, en el río Ribera de Huelva. La construcción de esta presa debió contribuir al devenir posterior de sus poblaciones, y no solo del esturión, sino de las restantes especies migradoras.

Una segunda causa, íntimamente ligada a esta presa, y en general a la política hidráulica desarrollada en la cuenca del Guadalquivir, ha sido la reducción de caudales circulantes y en especial los vertidos al mar (factor desencadenante de la migración reproductiva). El Guadalquivir ha reducido de forma importante sus caudales, y lo que resulta más importante, ha cambiado su estacionalidad. De manera que no funciona con un régimen típicamente mediterráneo, sino que está a merced de la demanda de los regadíos, abastecimientos o de la demanda hidroeléctrica.

Una tercera causa se podría situar en la deficiente calidad de sus aguas, especialmente hasta mediados de los años 80, que es cuando se articulan las medidas correctoras de vertidos (especialmente alpechines) y depuración de aguas residuales urbanas. Aunque la calidad actual dista mucho de la que existía a mediados de este siglo, aún no se puede decir que han desaparecido la totalidad de los focos contaminantes. Junto a esta última causa, también es necesario comentar el importante deterioro de los fondos del río (dragados) y la escasa conservación de su bosque de galería. Estructuralmente, el río Guadalquivir, no se encuentra en óptimas condiciones.

Como se ha puesto de manifiesto en los párrafos anteriores, no existe una causa única que haya sido la desencadenante de la dramática desaparición de algunas de las especies del río Guadalquivir. Es por ello que resultaría demagógico plantear un Programa de Recuperación basado exclusivamente en alguna de ellas. Que vuelva a existir una población estructurada requiere de la participación de distintos organismos y empresas, cuya actividad o competencias han ocasionado la situación actual. Es prioritario regenerar el río y sus márgenes, pero también es necesario facilitar la vía de circulación migradora y los caudales que la hagan posible, evaluando los impactos producidos por un potencial dragado del río. Todo lo anteriormente expuesto es válido para hacer un diagnóstico histórico de la extinción de sus poblaciones.

Aunque la causalidad es múltiple, existen indicios objetivos de que la resolución de algunas de ellas puede ser importante cara a la recuperación de estas especies.



Efectos de los incendios forestales sobre la población silvestre de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters en el sureste ibérico.

Juan Miguel Moya-Pérez¹, Miguel Ángel Esteve-Selma¹

¹Grupo de Investigación de Ecosistemas Mediterráneos (ECOMED), Departamento de Ecología e Hidrología, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30100, Murcia, España

jmp41928@um.es

RESUMEN

Las poblaciones silvestres de Tetraclinis articulata en el sureste ibérico se encuentran amparadas bajo la Directiva Hábitats con la figura de hábitat prioritario 9570*. Debido a su ubicación en una sierra de gran tradición minera (Cartagena-La Unión), han experimentado una larga historia de perturbaciones antrópicas. Actualmente, estas poblaciones se encuentran sometidas a los efectos de incendios recurrentes a los que la especie responde mediante rebrote basal (desde la cepa) o epicórmico (desde las ramas). El tipo de respuesta posee una influencia directa sobre la rapidez con la que los ejemplares retoman su actividad reproductiva. En este trabajo se estudian los efectos de un gran incendio ocurrido en 2011 sobre la capacidad de rebrote de la especie. Además, se comparan los resultados obtenidos con los de otro incendio previo estudiado por López-Hernández et al. (1995) y los efectos del último fuego sobre la tasa de crecimiento poblacional de la especie.

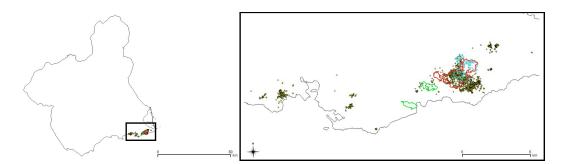
Palabras clave: Tetraclinis articulata, sabina mora, incendio forestal, rebrote.

INTRODUCCIÓN -

Tetraclinis articulata es una especie iberoafricana que recibe distintas denominaciones locales, como sabina mora, ciprés de Cartagena, thuya africana o araar. En la antigüedad, esta especie ha sido explotada por distintas culturas debido a la excelente calidad de su madera (Amigues, 2002). Actualmente sus poblaciones silvestres cubren una superficie de unas 800000 ha y se encuentran distribuidas por Marruecos, Argelia, Túnez, Malta y el sureste de la península ibérica (en la Región de Murcia). En Europa se trata de una especie clave en la composición del hábitat prioritario 9570*, considerado como prioritario por la Directiva 92/43/CEE (Directiva Hábitats). Hoy día, en las sierras de Cartagena y La Unión, existen cuatro principales núcleos poblacionales con más de 8500 ejemplares silvestres de sabina mora que ocupan una superficie de aproximadamente unas 600 ha (Esteve-Selma y Miñano, 2010). La población más relevante es la ubicada en Peña del Águila y Monte de las Cenizas, donde se encuentran más del 80% del total los ejemplares (Esteve-Selma, Hernández y Miñano, 2012). Estas localidades, junto con Calblanque, obtuvieron la declaración de Parque Regional en 1992.

Debido a su ubicación en pleno corazón de la Sierra Minera de Cartagena-La Unión, las poblaciones de sabina mora se han visto históricamente sometidas a una gran presión antrópica (actividad minera, tala, pastoreo e incendios). Algunos autores estiman que la afección por incendios forestales de la poblaciones peninsulares de esta especie era inferior al 1% antes de la década de los 90, pasando a ser del 20% hacia 2010 (Esteve-Selma, Hernández y Miñano, 2012). El último gran incendio ocurrido en 2011 (que abarcó casi 400 ha) tuvo una afección directa sobre 2800 ejemplares, lo que supone un 34.1% del total de la población silvestre ibérica (Figura 1). Casi la mitad de estos ejemplares ya habían sido afectados anteriormente por fuegos de origen antrópico (ya sean intencionados o por negligencias). Desde su declaración en 1992, el Parque Regional de Calblanque-Monte de las Cenizas-Peña del Águila ha sufrido hasta 8 episodios de incendios forestales de los que al menos 5 han afectado directamente al hábitat de la sabina mora. Por tanto, el fuego resulta actualmente la presión degradativa más importante de las que afectan a las poblaciones naturales de esta especie en el sureste ibérico.

Fig. 1. Distribución de T. articulata en la Región de Murcia y detalle de las zonas afectadas por incendios forestales (rojo: incendio de 2011, azul: incendios previos, verde: incendios posteriores, amarillo: ejemplares de sabina mora)



Afortunadamente, la sabina mora posee una gran capacidad rebrotadora que le permite recuperarse rápidamente de los efectos del fuego (Figura 2). Esto se debe a la presencia de un órgano subterráneo llamado lignotuber, que funciona como almacén de nutrientes y sustancias de reserva. Este órgano se encuentra en la cepa (Guerra *et al.*, 1990), donde forma un engrosamiento de dimensiones considerables como consecuencia de las continuas perturbaciones sufridas (talas, pastoreo e incendios). Si el fuego no afecta gravemente a los meristemos aéreos, esta especie posee también capacidad de rebrote epicórmico. Este tipo de respuesta rebrotadora resulta especialmente interesante para la conservación de la especie, ya que le permite una rápida recuperación de su biomasa aérea y un comienzo temprano de su actividad reproductora. Por el contrario, la recuperación de la capacidad reproductiva en ejemplares con rebrote basal resulta más lenta e irregular, pudiendo retrasar la dinámica de reclutamiento efectivo de las poblaciones.

Fig. 2. Tipos de respuesta rebrotadora después de un incendio (izquierda: rebrote basal, derecha: rebrote epicórmico)



El objetivo del presente estudio es analizar la respuesta rebrotadora de la sabina mora ante el incendio de 2011, comparar los resultados con los obtenidos en un incendio previo ocurrido en 1992 (López-Hernádez *et al.*, , 1995) y establecer la afección en la dinámica global de la especie para las poblaciones del sureste ibérico.

MATERIAL Y MÉTODO

El Parque Regional de Calblanque-Monte de las Cenizas-Peña del Águila se encuentra ubicado en la porción más oriental de la Región de Murcia, al sur del Mar Menor. La Peña del Águila está localizada en el sector oriental de la sierra minera de Cartagena-La Unión. El área afectada por el incendio de 2011 abarcó unas 400 ha localizadas en su totalidad en Peña del Águila. El estudio reflejado en el presente trabajo se ha realizado en la zona del Collado de la Rebollada, localizada al sur de dicho paraje (37° 35' N, 0° 50' W). En función de su topografía, se diferencian tres zonas en el terreno: una de orientación dominante sur, otra de orientación norte y el cauce de una rambla existente en el lugar. La superficie estudiada abarca un total de 10 ha. Debido a sus reducidas dimensiones, en la zona no existen variaciones litológicas (predominan calizas y dolomías) ni climáticas significativas (340 mm de precipitación media anual y más de 4 °C de media en las mínimas del mes más frío). La umbría se encuentra dominada por pino carrasco (*Pinus halepensis*) y la solana por formaciones de matorral y sabina mora.

El número total de ejemplares de sabina mora estudiados afectados por el fuego es de 589. Se realizó un seguimiento individual de cada ejemplar durante los 4 y 8 primeros meses tras el incendio. Para facilitar dicho seguimiento, se procedió a georreferenciar cada ejemplar mediante GPS. De cada ejemplar se recogieron las siguientes variables: diámetro del tronco principal (medido a 20 cm), número de troncos, distancia a matorral, distancia a arbolado, distancia al límite del incendio y tipo de respuesta rebrotadora. Cada una de estas variables se analizó de forma individual y conjunta mediante el uso de modelos de regresión generalizados (GLM) para evaluar su grado de significación respecto a la posible relación con el tipo de respuesta rebrotadora. Las variables se compararon con la respuesta rebrotadora basal observada durante los primeros cuatro meses tras el fuego y con la respuesta rebrotadora epicórmica durante los primeros ocho meses. Para el tratamiento de los datos se utilizó el software estadístico R (R Development Core Team, 2011).

La comparativa de los efectos de los incendios de 1992 y 2011 sobre la población de sabina mora del Collado de la Rebollada se realizó contando con los datos de López-Hernández *et al.*, (1995) y los recogidos mediante el periodo de muestreo del presente estudio. Finalmente, los efectos sobre la tasa de crecimiento poblacional de la especie se han analizado teniendo en cuenta los datos aportados por el Plan de Conservación de *Tetraclinis articulata* en la Región de Murcia (Esteve-Selma y Miñano, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta general de la capacidad rebrotadora

Los resultados de los análisis GLM para conocer la relación de las variables estudiadas respecto a la respuesta rebrotadora basal durante los primeros cuatro meses se muestran en la Tabla 1.

El coeficiente positivo de la variable número de troncos indica que los ejemplares más viejos, aquellos que han sufrido más perturbaciones en el pasado, presentan una respuesta rebrotadora más temprana. Los coeficientes negativos encontrados en las variables distancia a arbusto y distancia a árbol parecen indicar que este tipo de respuesta se

activa antes cuanto más cerca del ejemplar se encuentran estos elementos combustibles. El mejor modelo (el de menor AIC) es aquel que involucra a las variables número de troncos y ambas distancias a elementos combustibles, con un 13.53% de explicación.

MODELOS	COEFICIENTES	P_VALOR	AIC	EXPLICACIÓN DEL MODELO
Rebrote basal ~ Número de troncos	0.29927	<0.05	307.19	4.64%
Rebrote basal ~ Distancia arbusto	-0.32471	< 0.05	297.67	7.63%
Rebrote basal ~ Distancia árbol	-0.23504	< 0.05	311.91	3.25%
Rebrote basal ~ Distancia arbusto	-0.2931	< 0.05		
+ Distancia árbol + Número de	-0.2126	<0.05	282.9	13.53%
troncos	0.27645	<0.05		

Tabla 1. Modelos para el rebrote basal durante los primeros cuatro meses

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos del análisis de la respuesta rebrotadora epicórmica después de los primeros ocho meses.

MODELOS	COEFICIENTES	P_VALOR	AIC	EXPLICACIÓN DEL MODELO
Rebrote epicórmico ~ Número de troncos	0.13870	<0.05	491.97	4.4%
Rebrote epicórmico ~ Diámetro del ejemplar	0.03148	<0.05	348.96	32.42%

Tabla 2. Modelos para el rebrote epicórmico durante los primeros ocho meses.

El hecho de que las variables implicadas en la respuesta rebrotadora epicórmica sean el número de troncos y el diámetro del ejemplar, y que además posean coeficientes positivos, indica que este tipo de respuesta se encuentra fuertemente relacionada con la edad de los ejemplares. El mejor modelo es el que relaciona el rebrote epicórmico con el diámetro del ejemplar, que consigue un 32.42% de explicación.

Comparativa entre los incendios de 1992 y 2011

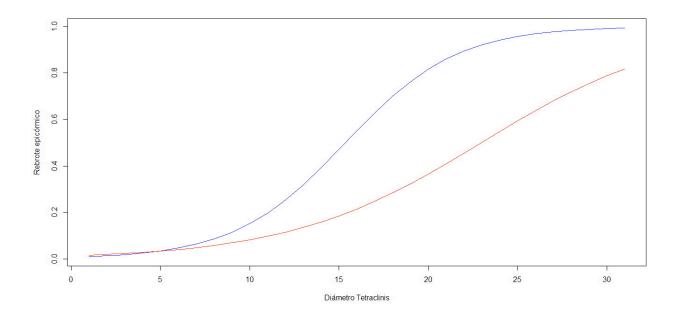
Al comparar los resultados obtenidos en este estudio (Tabla 3) con los mostrados por López-Hernández *et al.*, (1995) para el incendio de 1992, se puede observar que el porcentaje de ejemplares con respuesta rebrotadora epicórmica es superior tras el episodio de 2011. El porcentaje de ejemplares que no presenta rebrote debe ser tomado con cautela, ya que los ejemplares de pequeñas dimensiones (20 cm de altura o menos) resultan de difícil localización, al consumirse por completo sus partes aéreas.

INCENDIO	1992 (283 EJEMPLARES)	2011 (589 EJEMPLARES)
Rebrote basal	275 (97.17%)	588 (99.83%)
Rebrote epicórmico	33 (11.66%)	85 (14.43%)
Sin rebrote	1 (0.35%)	1 (0.17%)

Tabla 3. Respuesta de *T. articulata* frente a dos incendios (1992 y 2011).

Fig. 3. Probabilidad de rebrote epicórmico frente a diámetro del ejemplar (azul: incendio de 2011, rojo: incendio de 1992)

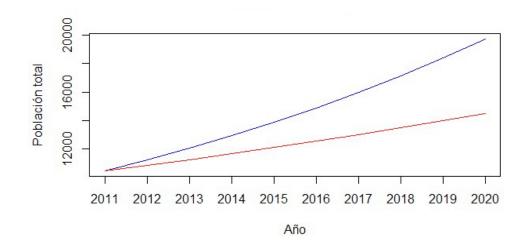
La Figura 3 muestra las diferencias en la respuesta rebrotadora epicórmica entre ambos incendios. La relación entre el diámetro del ejemplar y la respuesta rebrotadora epicórmica resulta muy significativa (p-valor < 0.05). Puede observarse que en 2011 los ejemplares necesitan un menor diámetro para tener un 50% de probabilidades de presentar dicho tipo de rebrote, lo que facilita que puedan retomar su actividad reproductora de forma más temprana. Esto puede explicarse por una menor afección de los tejidos meristemáticos aéreos en el último incendio, lo que sugiere que este último episodio resultó de menor intensidad que el previo en 1992.



Efectos en el crecimiento poblacional global

Los efectos del incendio de 2011 en la tasa de crecimiento poblacional se reflejan en la Figura 4. En principio, los efectos del fuego tienen escasa relevancia en la mortalidad de los ejemplares adultos de sabina mora, aunque sí ejerce una disminución de la tasa anual de crecimiento poblacional (r) debido a que la producción de fruto se retrasa más o menos según el tipo de rebrote de cada ejemplar. A este respecto, se estima que la tasa de crecimiento del total de la población previa al incendio de 2011 (Esteve-Selma y Miñano, 2010) puede verse reducida de 7.01 a 3.6, debido a las perturbaciones sufridas por el fuego. Esto supondría una pérdida global estimada de unos 5000 ejemplares para el año 2020, debido al retraso producido en la dinámica reproductiva.

Fig. 4. Efecto del incendio en el crecimiento poblacional global estimado del sureste ibérico (azul: crecimiento esperado sin perturbaciones, rojo: crecimiento esperado tras el incendio de 2011)



CONCLUSIONES

El rebrote basal prácticamente generalizado de la población de sabina mora estudiada refleja la elevada resistencia de esta especie a los efectos de los incendios forestales. Además, el 14.43% de la población rebrota de forma epicórmica, lo que incrementa sus posibilidades de recuperar rápidamente su actividad reproductiva. La comparativa realizada entre el incendio de 1992 y 2011 sugiere que la intensidad de este último fuego ha sido menor, lo que facilita una recuperación rápida de la especie. Esto resultaría coherente debido a que han transcurrido menos de 20 años entre ambos incendios y habría menor cantidad de combustible disponible en el segundo episodio. Sin embargo, los efectos en la disminución de la tasa de crecimiento de la especie resultan en la pérdida estimada de unos 5000 ejemplares para el año 2020. En conclusión, si bien los efectos inmediatos no parecen preocupantes para la conservación actual de la población silvestre de esta especie en el sureste ibérico, si se mantiene la tendencia de sufrir episodios de incendios cada pocos años sí podría tener efectos negativos en su dinámica demográfica futura.

BIBLIOGRAFÍA

- AMIGUES, S. 2002. Études de botanique antique. *Mémoires de l'Académie des inscriptions et Belles-Lettres* (25), Paris, de Boccard, 2002.
- ESTEVE-SELMA, M. A., MIÑANO MARTÍNEZ, J. (dir), 2010. Plan de conservación de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters (sabina de Cartagena), en la Región de Murcia. Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad, Consejería de Agricultura y Agua, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- ESTEVE-SELMA, M.A., HERNÁNDEZ, I., MIÑANO, J., 2012. Bosques de *Tetra-clinis articulata*: un ecosistema forestal mediterráneo amenazado. El Ecologista, (72), 52-53.
- GUERRA J, ALCARAZ F, CARRIÓN J, EGEA J, HERNÁNDEZ J, MARTÍNEZ J, SÁNCHEZ P., 1990. Densidad, Estructura Poblacional y Áreas Potenciales para la Expansión de la Sabina Mora (*Tetraclinis articulata*) en el Litoral de la Región de Murcia. ARMAN. Inédito.
- LÓPEZ-HERNÁNDEZ, J.J., CALVO, J.F., ESTEVE-SELMA, M.A., RAMÍREZ-DÍAZ, L., 1995. Respuesta de *Tetraclinis articulata* Vahl Masters al fuego. Ecología (9), 1995, 213-221.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org/.



Estudio de los cnidocistos del coral solitario Leptopsammia pruvoti (Lacaze-Duthiers 1897) (Scleractinia: Dendrophylliidae) para avanzar cononocimiento del cnidoma como carácter taxonómico.

Alejandro Terrón-Sigler, Patricio Peñalver-Duque y David León-Muez

Asociación Hombre y Territorio, C/Betania nº 13, CP. 41007, Sevilla, España

contacto@hombreyterritorio.org

RESUMEN

Leptopsammia pruvoti y Astroides calycularis son dos corales con exoesqueleto calcáreo (escleractinios) de la familia Dendrophylliidae que pueden tener variedad en la morfología de sus esqueletos dependiendo de factores externos. Sin embargo, en la identificación de los corales duros el principal carácter taxonómico es el esqueleto, mientras que para otros Cnidarios se considera el tipo y categoría de talla de los cnidocistos. Los resultados aquí presentados muestran que L. pruvoti presenta una dotación fija de cnidocistos en sus tejidos, así como A. calycularis en el filamento mesentérico. El presente trabajo ayudará a conocer mejor la utilidad de los cnidocistos como carácter taxonómico en corales escleractinios.

Palabras clave: cnidocistos, *Astroides calycularis*, *Leptopsammia pruvoti*, taxonomía, Mar Mediterráneo.

INTRODUCCIÓN

Los corales pertenecen a la Clase Antozoos del Filo Cnidaria. Este Filo lo componen animales que se caracterizan, entre otros aspectos, en que son capaces de sintetizar cnidocistos. Los cnidocistos son considerados los orgánulos más enigmáticos y complejos, desde un punto de vista estructural, del Reino Animal (*Burnett et al.*, 1960; Mariscal 1974; 1984). Presentan varias funciones, entre las que están: la captura de presas, la defensa, adhesión, construcción de tubos o, incluso, la locomoción (Mariscal, 1974; Holstein y Tardent, 1984; Fautin y Mariscal, 1991; Kass-Simon y Scappaticci, 2002). Algunos autores han especulado sobre el origen de estos orgánulos y los han atribuidos a un posible origen simbiótico con bacterias (Shostak y Kolluri, 1995).

Existen tres tipos de cnidocistos: espirocistos, nematocistos y pticocistos (Mariscal *et al.*, 1977; Fautin y Mariscal, 1991; Östman, 2000). Los antozoos difieren de los hidrozoos, escifozoos y cubozoos por presentar los tres tipos básicos de cnidocistos (Mariscal, 1984; Östman, 2000). Los nematocistos aparecen en todos los Cnidarios; los espirocistos únicamente en los hexacorales; y los pticocistos en los ceriantarios (Mariscal, 1984; Fautin y Mariscal, 1991).

De forma tradicional, la sistemática de los Cnidarios (que engloban a las medusas, anémonas, gorgonias y corales duros, entre otros) considera el tipo y categoría de talla de los cnidocistos (conjunto de cnidos que presentan este grupo de organismos) como un importante carácter taxonómico (e. g., Carlgren, 1900), para las anémonas y medusas, pero no así para los corales. De esta forma, para las anémonas de mar, los zoantarios, los coralimorfarios y ceriantarios se usan como carácter taxonómico para separar una especie de otra, las tallas medidas de los cnidocistos de diferentes partes del pólipo (Fautin, 1988; England, 1991). Carlgren (1940; 1945) ya usó este carácter para la descripción de escleractinios, y Pires (1997) confirmó el potencial del estudio del tejido blando de los corales, centrándose en los cnidocistos, como carácter discriminador. Además, Terrón-Sigler y López-González (2005) reafirmaron la utilidad del estudio cualitativo y cuantitativo de la dotación de cnidocistos de diferentes partes del cuerpo, mediante el estudio de dos especie del género *Balanophyllia*, concluyendo que existen diferencias en la dotación de los cnidocistos entre las dos especies, tanto cualitativa como cuantitativamente, y que se mantienen dentro de la misma especie.

La familia *Dendrophylliidae* (Gray, 1847) está compuesta por corales duros (escleractinios) que se caracteriza, principalmente, por agrupar especies azooxanteladas (que no presentan simbiosis con algas zooxantelas) y, por tanto, por no formar arrecifes de coral someros. Esta familia está representada en el Mar de Alborán por seis especies, las cuales, se ha demostrado, que pueden tener variabilidad intra-específica en la morfología del esqueleto (e.g. Goffredo *et al.*, 2007; Casado-Amezúa, 2012), hasta ahora único carácter morfológico válido para la taxonomía de los denominados corales duros (escleractinios). De las especies de la familia *Dendrophylliidae* que se pueden encontrar en el Mar de Alborán, destacan por su presencia y abundancia el coral solitario *Leptopsammia pruvoti* y el coral naranja *Astroides calycularis*, especie endémica y amenazada (Terrón-Sigler *et al.*, 2016).

Leptopsammia pruvoti (Fig. 1) es un coral ahermatípico (no forma arrecifes), sin zooxantelas (algas simbiontes) y solitario que habita sustratos rocosos umbríos a profundidades comprendidas entre la superficie del mar y los 70 metros (Zibrowius, 1980). Goffredo et al., (2007) demostraron que la temperatura superficial del mar tiene influencia en los parámetros biométricos de ésta especie y en la del también coral solitario Balanophyllia europaea.

El coral naranja *Astroides calycularis* (Fig. 1) es una especie colonial también sin zooxantelas que habita sustratos rocosos entre la superficie del mar y los 50 metros de profundidad (Rossi, 1971; Terrón-Sigler, *et al.*, 2016), pero que se encuentra principalmente en aguas someras entre 0 y 15 metros (Terrón-Sigler *et al.*, 2016), sobre paredes verticales o en el interior de cuevas. Además, puede establecerse tanto en ambientes bien iluminados como oscuros y parece elegir áreas con elevado hidrodinamismo (Zibrowius, 1995).





Figura 1. a) Detalle pólipo de Astroides calycularis. b) Leptopsammia pruvoti

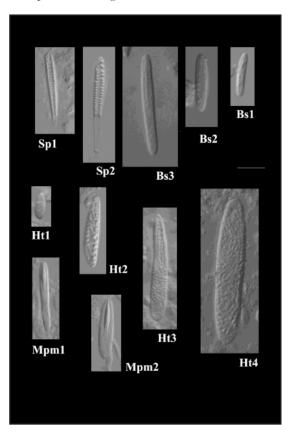
El sistema de clasificación (Sistemática) del género *Leptopsammia* no está muy claro, ya que algunos autores consideran que los géneros *Balanophyllia* y *Leptopsammia* podrían ser sinonimias (ser un único género, Balanophyllia=Leptopsammia) (Vaughan y Wells, 1943; Fadlallah, 1983), mientras otros autores argumentan que son géneros separados (Zibrowius 1980). Seguramente, esto se deba a que en la Sistemática de los escleractinios (corales duros) el principal carácter de identificación usado para determinar las especies es el esqueleto calcáreo. Sin embargo, este carácter no es muy determinante para este grupo de animales (Zibrowius, 1980; Chevalier y Beauvais, 1987; Pires y Pitombo, 1992), debido a que aspectos ambientales (como por ejemplo el hidrodinamismo, la profundidad o sedimentación) o biológicos (como la simbiosis, competencia o depredación), pueden afectar a la variabilidad del esqueleto de este grupo de especies. (Chevalier y Beauvais, 1987; Zibrowius, 1980)

En el presente estudio se muestran las categorías de cnidocistos y su distribución en las diferentes partes del pólipo de *Leptopsammia pruvoti* desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo, y se presenta una revisión de la composición de cnidocistos de una de las partes del pólipo (el filamento mesentérico) del coral naranja (*Astroides calycularis*) con el fin de evidenciar y avanzar en el conocimiento de dotación de cnidocistos como carácter taxonómico en los corales escleractinios.

MATERIAL Y MÉTODO

Para el presente estudio, se utilizará la clasificación y nomenclatura utilizada por Weill (1934) con las aportaciones realizadas por and Carlgren (1940). De esta forma para el caso de los nematocistos se diferenciarán:

» Haplonemas: orgánulos con tubo sin "dardo" bien definido, con espinas y patrones de espinas que se pueden diferenciar (Östman, 2000). Aquí podemos encontrar: Atricos, sin espinas; Basitricos (Fig. 2), espinas en la base del túbulo; y Holotricos (Fig. 2), espinas a lo largo del túbulo.



- » Heteronemas, nematocistos que presentan un túbulo con un "dardo" bien definido. A partir del dardo se pueden diferenciar (Östman, 2000):
- p-mastigóforo (Fig. 2), "dardo" con forma de "V" en la base. Estos pueden ser microbásicos; "dardo" proximal prominente de menos de una vez y media la longitud de la cápsula; y macrobásicos, con el "dardo" más de cuatro veces más largo que el eje largo de la cápsula.
- b-mastigóforo; "dardo" bien diferenciado pero sin base en forma de "V".

Figura 2: Cnidocistos de diferentes especies de la familia Dendrophylliidae. Sp = Espirocistos; Bs = Basitricos; Ht = Holotricos; Mpm = microbásico p-mastigóforo. Escala de barra = 10 μm. Imagen: Terrón-Sigler, 2016.

El material estudiado para el presente trabajo fue recolectado mediante buceo con escafandra autónoma en la playa de Marina del Este (Almuñécar-Granada, Sur de la Península Ibérica) en el Mar Mediterráneo (Fig. 3). Se estudiaron cinco pólipos de *Leptopsammia pruvoti* y tres pólipos de tres colonias diferentes de *Astroides calycularis*.

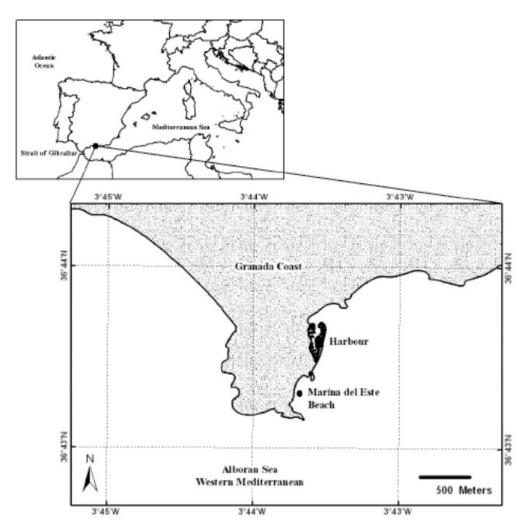


Figura 3: Mapa de situación del lugar de recolección de las muestras de *Leptopsammia pruvoti* y *Astroides calycularis*.

Las muestras fueron fijadas en formol al 4% antes de ser pasadas a alcohol al 70%. Los pólipos y colonias fueron descalcificadas (eliminación de la parte esquelética del animal) usando una solución de ácido fórmico al 10% en formol al 4%. Siguiendo la metodología de Terrón-Sigler y López-González (2005), para el estudio de los cnidocistos se realizaron preparaciones del tejido blando de diferentes partes del pólipo. De esta forma, se estudiaron tejidos de la columella, faringe, filamento mesentérico, tentáculos y pared del cuerpo (Fig. 4). Se midieron al menos 30 cápsulas "no descargadas" de cada tipo y categoría de cnidocisto presente en cada una de las partes de los tejidos estudiados. Para cada especie, se obtuvieron los valores de la longitud y anchura media, su desviación estándar, y máximo y mínimo para cada cnidocisto observado. Las frecuencias o abundancia relativa fue subjetiva a partir de las preparaciones realizadas y se siguió la siguiente valoración en las tablas: +++ = muy común, ++ = común, + = poco común, - = no común, y -- = raro.

En el texto, figuras y tablas se utiliza las siguientes abreviaturas: Ht, Holotricos; Bs, Basitricos; Mpm, microbásico p-mastigóforo; Sp, espirocistos.

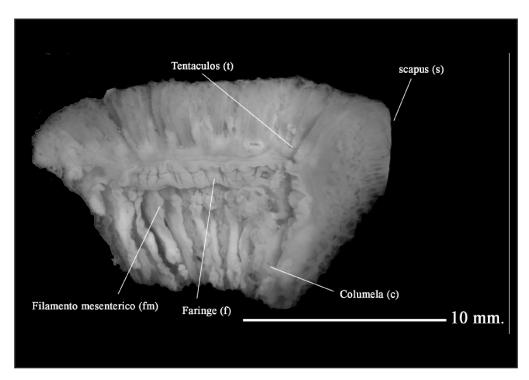


Figura 4. Corte longitudinal de un pólipo Balanophyllia europea descalcificado, donde se pueden ver las partes del tejido de donde se extrajeron las muestras de cnidocistos. Nota: Los tentáculos se encuentran retraídos.

RESULTADOS

El presente estudio está basado en las mediciones de 2003 cápsulas "no descargadas" para los cnidocistos observados en *Leptopsammia pruvoti* y 1094 cápsulas medidas para los cnidocistos del filamento mesentérico de *Astroides calycularis*.

Dotación de cnidocistos de Leptopsammia pruvoti

Dos tipos de cnidocistos fueron observados en *Leptopsammia pruvoti*: espirocistos y nematocistos. Siguiendo la clasificación y nomenclatura de Weill (1934) y Carlgren (1940), los nematocistos observados fueron clasificados en tres tipos: Holotricos, Basitricos, y microbásico *p*-mastigóforos. De cada tipo, se identificaron diferentes categorías a partir de las diferencias en rango de talla y longitud relativa de las cápsulas y el dardo.

En *L. pruvoti* se han encontrado un total de nueve categorías de nematocistos (tres Basitricos, cuatro Holotricos y dos microbásicos *p*-mastigóforos) y una categoría de espirocisto. La composición de cnidocistos y el rango de talla de los mismos en las diferentes partes del pólipo fueron constantes en los cinco especímenes estudiados (Tabla 1 y Fig. 2).

La frecuencia relativa de cada tipo de cnidocisto fue similar en todos los pólipos muestreados. No obstante, esta frecuencia varió desde poco común (- e.g. en el basitrico encontrado en los tentáculos) hasta muy común (+++; e.g. los espirocistos encontrados en también en los tentáculos) (Tabla 1).

Revisión de la dotación de cnidocistos del filamento mesentérico de Astroides calycularis

En el filamento mesentérico de *A. calycularis* se encontró un total de seis categorías de nematocistos (dos basitricos, tres holotricos y un microbásico *p*-mastigóforo) (Tabla 2 y Fig. 2). La frecuencia relativa de cada tipo de cnidocisto fue similar en todos los pólipos estudiados para cada colonia, aunque si bien hubo cnidocistos que presentaron frecuencias muy bajas, como el basitrico 3 y el holotrico 3 (raro = –), pero aparecieron en todos los pólipos estudiados. Los restantes aparecieron con mucha mayor frecuencia (Tabla 2).

Tabla 1. Composición de cnidocistos de Leptopsammia pruvoti.

TIPO DE CNIDOCISTOS	ABUNDANCIA	N° DE CNIDOCISTOS	MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (LARGO-ANCHO)	RANGO LARGO-ANCHO
Pared del pólipo (Scapus	s)			
Basitrico 1	+	82	20.61±1.99 x 3.35±0.35	24-15 x 4-3
Holotrico 1	++	150	15.23±1.9 x 4.96±0.77	19-10 x 6-3
Mic. p-mastigóforo 2	++	150	30.85±6.38 x 6.38±0.89	48-24 x 9-5
Tentáculos				
Espirocisto	+++	150	38.58±4.86 x 4.26±0,92	46-29 x 5.5-2.5
Basitrico 3	-	50	41.4±2.12 x 4.53±0.52	45.5-38 x 6-4
Holotrico 3	+	79	46.33±2.15 x 7.4±0.53	50-42 x 9-7
Mic. p-mastigóforo 1	++	150	46.17±2.8 x 5.33±0.46	50-41 x 6-4.5
Faringe				
Basitrico 3	++	150	37.5±1.92 x 3.7±0.24	41-34 x 4-3.5
Holotrico 3	++	150	44.43±2.1 x 7.06±0.36	50-40 x 8-6.5
Filamento mesentérico				
Holotrico 1	++	150	15.53±1.27 x 5.1±0.54	18-13 x 6-4
Holotrico 2	+	88	30±1.41 x 6.3±0.44	32-29 x 7-6
Basitrico 2	+	97	21.25±2.63 x 3.25±0.28	25-19 x 3.5-3
Mic. p-mastigóforo 2	++	150	32.05±1.26 x 5.73±0.49	35-30 x 6.5-5
Columella				
Basitrico 1	+	107	19.38±2.79 x 3.71±0.36	24-14 x 4-3
Holotrico 1	++	150	16.64±1.7x 5.33±066	20-13 x 7-4
Holotrico 4	+	150	113.6±6.35 x 25.2±2.28	122.5-100 x 28-21.5

Tabla 2. Composición de cnidocistos del filamento mesentérico de Astroides calycularis

TIPO DE NEMATOCISTO	ABUNDANCIA	N° DE NEMATOCISTOS	MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (LARGO-ANCHO)	RANGO LARGO-ANCHO
Holotrico 1	++	270	11.53±1.48 x 3.95±0.71	15-8.5 x 6-3
Holotrico 2	++	270	26.25±2.08 x 5.45±0.54	33-23 x 7-4.5
Holotrico 3		43	32,72±3,83 x 5,7±0,54	42-26 x 6,5-5
Basitrico 1	+	196	15.69±1.59 x 3.3±0.34	19-11 x 4-3
Basitrico 3		45	24,97±1,99 x 3,81±0,34	28-21 x 4,5-3,5
Mic. p-mastigóforo 2	+	270	27.23±3.39 x 6.17±0.66	37.5-22 x 8-5

DISCUSIÓN

Cada vez existen más trabajos acerca del estudio del tejido blando de los corales escleractinios para su uso como carácter taxonómico (e.g. Terrón-Sigler y López-Gonzalez 2005; Picciani *et al.*, 2011). De acuerdo con Fautin (1988) se espera que cada taxón tenga una distribución y rango de talla de nematocistos propia. De hecho, ya han sido observadas diferencias a nivel de familia, género y especies (e.g. Pires y Pitombo 1992; Terrón-Sigler y López-González 2005; Picciani *et al.*, 2011).

El presente estudio muestra que los cnidocistos de diferentes partes de *Leptopsammia* pruvoti son constantes, tanto cualitativa como cuantitativamente, a nivel de pólipo y pueden integrase en futuros estudios taxonómicos de la especie como carácter taxonómico.

En todas las referencias revisadas para este artículo sobre la composición de cnidocistos de especies pertenecientes a la familia Dendrophylliidae, el filamento mesentérico es una de las partes del pólipo que presenta una mayor variedad de nematocistos, en tipos y categorías. Por ejemplo, Terrón-Sigler y López-González (2005) hallaron en dos especies pertenecientes al género Balanophyllia cinco variedades de nematocistos. Picciani et al., (2011), observaron que Dendrophyllia alternata, Enallopsammia rostrata, Tubastraea coccinea, y Tubastraea tagusensis presentaban una elevada variedad de nematocistos en el filamento mesentérico de estas especies (siete, seis, siete, seis nematocistos, respectivamente). Siguiendo con las observaciones en especies de esta familia, Ocaña y Brito (2013) mostraron que Balanopsammia wirtzi y Cladopsammia rolandi presentaban tres y cinco variedades de nematocistos, respectivamente. Además, el presente estudio también muestra que en el filamento mesentérico de Leptopsammia pruvoti se encuentran cuatro variedades de nematocisto.

Finalmente, Martínez-Baraldés *et al.*, (2014) estudiaron la composición de cnidocistos de cuatro especies de la familia Dendrophylliidae: *Dendrophyllia ramea*, *D. cornigera*, *D. laboreli* y *Astroides calycularis*, concluyendo que la composición de cnidocistos de los filamentos mesentéricos de las tres especies pertenecientes al género *Dendrophyllia* presentan tres, cinco y tres variedades de nematocistos. Sin embargo, para *A. calycularis* únicamente observaron dos nematocistos, un holotrico y un microbásico *p*-mastigóforo (con una longitud media de $10,6\pm0,7~\mu m$ y $25,6\pm4,0~\mu m$, respectivamente). Por todo ello, se consideró de utilidad revisar la composición de cnidocistos de los filamentos mesentéricos de *Astroides calycularis*. De hecho, en las observaciones realizadas en el presente estudio, se demuestra que la composición de nematocistos de los filamentos mesentéricos de esta especie es más diversa, observándose seis variedades de nematocistos. Si bien, dos de ellos presentan frecuencias relativas muy bajas (considerados como raros), los cuatro restantes presentan frecuencias mayores y constancia en los pólipos estudiados.

Por otro lado, y en la línea de la composición de nematocistos del filamento mesentérico de la familia Dendrophylliiidae, se observa que todas las especies revisadas, además de *Leptopsammia pruvoti* aquí estudiada, presentan una categoría de nematocisto común en todas ellas, en concreto un holotrico con una longitud media de cápsula comprendida entre 25 y 40 μm (ver Terrón-Sigler y López-González, 2005; Picciani, *et al.*, 2011; Oscar y Brito 2013; Martínez-Baraldés *et al.*, 2014). Sin embargo, este holotrico no fue hallado en *Astroides calycularis* (Martínez-Baraldés *et al.*, 2014). En la revisión de los nematocistos de *A. calycularis* realizada en el presente trabajo se ha podido observar la presencia constante y con una frecuencia relativa de "abundante" una variedad de holotrico con una longitud media de 26,25 ± 2,08 μm. Además, este nematocisto ya fue observado por otro autor en el filamento mesentérico de *A. calycularis* con anterioridad (datos no publicados, Casado-Amezúa com. pers.).

En el presente trabajo se ha expuesto la composición de cnidocistos de las diferentes partes del tejido de *Leptopsammia pruvoti* como carácter taxonómico y se constata que la composición de nematocisto de los filamentos mesentéricos de *Astroides calycularis* es más diversa de la que actualmente existe publicada. Por todo ello, se considera que los datos aquí recogidos deben ser tenidos en cuenta como apoyo en futuros trabajos para ambas especies.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio está financiado por la Asociación Hombre y Territorio (www.hombreyterritorio.org) y cumple con las actuales leyes españolas.

BIBLIOGRAFÍA

- BURNETT, A. L., T. LENTZ Y WARREN, M., 1960. The nematocysts of Hydra (Part I). The question of control of nematocyst discharge reaction by fully fed Hydra. Ann. Soc. Royal Zool. Belg., 90: 247-267.
- CARLGREN, O., 1900. Ostafrikanische Actinien. Mitt. Naturh. Mus. Hamburg, 17: 1-124.
- CARLGREN, O., 1940. A contribution to the knowledge of structure and distribution of cnidae in the Anthozoa. *K. Fysiogr. Sällsk. Handl.* N. F., 51: 1-62.
- CARLGREN, O., 1945. Further contribution to the knowledge of the cnidom in the Anthozoa especially in the Actiniaria. *Lunds Univ. Arsskr.*, 41: 1-24.
- CASADO-AMEZÚA, P., 2012 Genetic assessment of population structure and connectivity in two endemic Mediterranean corals: Astroides calycularis (Pallas, 1766) and Cladocora caespitosa (Linnaeus, 1767). PhD Thesis. Universidad de Alcalá de Henares, España.
- CHEVALIER, J-P., Y BEAUVAIS L., 1987. Ordre des Scleractiniaires. XI Systématique. In: P.-P. Grassé (ed.), *Cnidaries: Anthozoaires*, Tome III, Fasc., 3: 679-764.
- ENGLAND, K. W., 1991. Nematocysts of sea anemones (Actiniaria, Ceriantharia and Corallimorpharia: Cnidaria): nomenclature. *Hydrobiologia*, 216/217: 691-697.
- FADLALLAH, Y. H., 1983. Sexual reproduction, development and larval biology in scleractinian corals: A review. Coral Reefs, 2: 129-50.
- FAUTIN, D. G., 1988. Importance of nematocysts to actinian taxonomy. In: D. A. Hessinger and H. M. Lenhoff (eds.), *The Biology of Nematocysts*. pp. 487-500. Academic Press Inc., San Diego.
- FAUTIN, D. G., Y MARISCAL, R. N., 1991. Cnidaria: Anthozoa. In: Harrison, F. W. and Westfall, J. A. (eds.): *Microscopic anatomy of invertebrates*. Vol. 2: Placozoa, Porifera, Cnidaria, and Ctenophora. Wiley-Liss Inc. pp. 267-358.
- GOFFREDO, S., CAROSELLI, E., PIGNOTTI, E., MATTIOLI, G., ZACCANTI, F., 2007 Variation in biometry and population density of solitary corals with solar radiation and sea surface temperature in the Mediterranean Sea. *Mar. Biol.*, 152: 351–361).
- HOLSTEIN, T., Y TARDENT, P., 1984. An ultrahigh-speed analysis of exocytosis: nematocyst discharge. *Science*. 223: 830-833.
- KASS-SIMON, G. Y SCAPPATICCI, A. A., 2002. The behavioral and developmental physiology of nematocysts. *Can. J. Zool.*, 80: 1772-1794.
- MARISCAL, R. N., 1974. Nematocysts. In: L. Muscatine and H. M. Lenhoff (eds.). Coelenterate biology: reviews and new perspectives. pp. 129-178. Academic Press Inc., New York.
- MARISCAL, R. N., 1984. Cnidaria: cnidae. In: J. Bereiter-Hahn, A. G. Matoltsy, and K. S. Richards (eds.). *Biology of the integument:* Vol. 1. Invertebrates. Berlin: Springer. pp. 57-68.
- MARISCAL. N. R., CONKLIN E. J., Y BIGGER C. H., 1977. The ptychocyst, a

- major new category of cnida used in tube construction by a cerianthid anemone. *Biol. Bull.*, 152: 392-405.
- MARTÍNEZ-BARALDÉS, I., LÓPEZ-GONZÁLEZ P.J., Y MEGINA C., 2014.
 Application of cnidae composition in phylogenetic analyses of North Atlantic and Mediterranean dendrophylliid corals (Anthozoa: Scleractinia). *Invertebrate Systematics*, 28: 214–230.
- OCAÑA, O Y BRITO, A., 2013. Balanopsammia wirtzi, a new genus and species of coral (Anthozoa: Scleractinia: Dendrophylliidae) from the Cape Verde Islands: a comparative study with the Mediterranean Cladopsammia rolandi, Rev. Acad. Canar. Cienc., Vol. XXV, 87-104
- ÖSTMAN, C., 2000. A guideline to nematocyst nomenclature and classification, and some notes on the systematic value of nematocysts. *Sci. Mar.*, 64 (Supl. 1): 31-46.
- PICCIANI, N., PIRES, D. O., Y SILVA, H. R., 2011. Cnidocysts of Caryophylliidae and Dendrophylliidae (Cnidaria: Scleractinia): taxonomic distribution and phylogenetic implications. *Zootaxa* 3135, 35–54.
- PIRES, O. D., 1997. Cnidae of Scleractinia. *Proc. Biol. Soc. Washington.* 110 (2): 167-185.
- PIRES, O. D., Y PITOMBO, B. F., 1992. Cnidae of the Brazilian Mussidae (Cnidaria: Scleractinia) and their value in taxonomy. *Bull. Mar. Sci.*, 51 (2): 231-244.
- ROSSI, L., 1971. Cnidari e Ctenofori d'Italia. *Cuaderni della Civica Stazione Idrobiologica di Milano*, 2: 77-86.
- SHOSTAK, S., Y KOLLURI, V., 1995. Symbiogenetic origins of Cnidaria cnidocysts. Symbiosis. 19: 1-29.
- TERRÓN-SIGLER, A., Y LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J., 2005. Cnidae variability in Balanophyllia europaea and B. regia (Scleractinia: Dendrophylliidae) in the NE Atlantic and Mediterranean Sea. Scientia Marina. 69 (1): 75-86.
- TERRÓN-SIGLER, A., 2016. Conservation biology of the endangered orange coral Astroides calycularis. Ph.D. Thesis, Universidad de Sevilla, 263 pp.
- TERRÓN-SIGLER, A., LEÓN-MUEZ, D., PEÑALVER, P., GÁLVEZ, R. Y ESPI-NOSA TORRE, F., 2016. Geographic distribution of Astroides calycularis (Scleractinia: Dendrophylliidae) as a baseline to assess future human impacts on the Southern Iberian Peninsula. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96 (5): 1181-1189. doi:10.1017/S0025315415001113
- VAUGHAN, T. W., WELLS, J. W., 1943. Revision of the suborders, families, and genera of the Scleractinia. Geological Society of America Special Papers, 44: 1-363.
- WEILL, R., 1934. Contribution à l'étude des cnidaires et de leurs nématocystes.
 Trav. Sta. Zool. Wimereux., 10-11: 1-701.
- ZIBROWIUS, H., 1980. Les scléractiniaires de la Mediterranée et de l'Atlantique nord-oriental. Mém. Inst. Océanogr., Monaco, 11: 1-284.
- ZIBROWIUS, H., 1995. The Southern Astroides calycularis in the Pleistocene of the Northern Mediterranean An indicator of climatic changes (Cnidaria, Scleractinia). Geobios, 28: 9-16.



Avistamiento de cetáceos como herramienta para el estudio de la población de orca (*Orcinus orca*) en el Estrecho de Gibraltar.

Cristina Otero Sabio¹, Talía Morales Herrera¹¹², Jose Manuel Escobar Casado¹, Ezequiel Andreu Cazalla¹

¹Turmares Tarifa S.L.; Avda. Alcalde Juan Nuñez Nº. 3, 11380 Tarifa, España

²Biodiversidad, Ecología marina y Conservación (BIOECOMAC). Dpto. Biología animal., Universidad de la Laguna, Fac. de Biología, Avda. Astrofísico F. Sánchez, s/n. 38., Tenerife, Islas Canarias, España

RESUMEN

La orca (Orcinus orca) puede observarse en el Estrecho de Gibraltar durante todo el año. Sin embargo, la mayoría de los avistamientos tienen lugar entre los meses de junio y octubre. Esto es debido a la presencia de su principal presa, el atún rojo (Thunnus thynnus). Los datos utilizados en este estudio fueron tomados desde plataformas de avistamiento de cetáceos (Turmares Tarifa S.L.) durante los meses entre marzo y octubre de 2011 hasta 2015. Treinta y cuatro individuos fueron identificados durante este periodo, pertenecientes a 4 de los 5 grupos de orcas que se han descrito para esta zona y las aguas adyacentes. Se ha observado una mayor supervivencia de las crías en su primer año de vida en relación con años anteriores, lo que puede relacionarse con un aumento del stock del atún del Atlántico este y Mediterráneo en los últimos años. Las asociaciones entre individuos que interaccionan con embarcaciones de pesca con palangre y los que no son cada vez más frecuentes, lo que sugiere que dicha estrategia de caza se puede estar transmitiendo entre individuos de los distintos grupos. Las plataformas oportunistas, como pueden ser los barcos de avistamiento de cetáceos, son de gran utilidad e importancia como herramienta para el estudio de las poblaciones de cetáceos, como la de orca en el Estrecho de Gibraltar.

Palabras clave: avistamiento de cetáceos, orca, *Orcinus orca*, estructura social, foto-identificación, Estrecho de Gibraltar.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del año se pueden observar varias especies de cetáceos en el Estrecho de Gibraltar. 7 de ellas se encuentran de forma regular, entre ellas la orca (*Orcinus orca*) (de Stephanis *et al.*, 2008a). Su presencia está relacionada con su principal presa, el atún rojo (*Thunnus thynnus*) (Esteban *et al.*, 2013). La orca visita el Golfo de Cádiz durante los meses de primavera (Guinet *et al.*, 2007) cuando el atún se adentra en el Mediterráneo (Rodríguez-Roda, 1964), y durante los meses de verano se observan en las aguas del Estrecho cuando este vuelve del desove hacia el Atlántico (de la Serna *et al.*, 2004; de Stephanis *et al.*, 2008a, Esteban *et al.*, 2016b). Las orcas forman unidades matrilineales, es decir, los grupos están compuestos por las hembras y su descendencia (Bigg *et al.*, 1990). Para adaptarse a las diferentes condiciones ambientales, los cetáceos exhiben una

alta plasticidad en el comportamiento, lo que también les permite usar los recursos en un modo más eficiente. Así, una misma especie puede verse realizando diferentes técnicas de caza o asociaciones con otros individuos en un mismo área (Ivkovich et al., 2010). Hay evidencia de la importancia de la caza en grupo en relación con la estructura social de las orcas, ya que se ha visto que la media grupal de aquellas que se alimentan principalmente de mamíferos y las que son piscívoras varía (Baird & Dill 1996). Para la población de orca del Estrecho se han descrito dos comportamientos de caza del atún distintas: mediante una cooperación en la persecución y el consiguiente agotamiento físico del atún (Guinet et al., 2007) y mediante la depredación directa de los barcos de palangre (de Stephanis et al., 2008a). Esta última técnica requiere de menos energía por parte del animal, además del posible acceso a atunes de mayor tamaño (Esteban et al., 2016b), mientras que mediante la persecución activa cazan ejemplares más pequeños (Guinet et al., 2007). Estas estrategias se transmiten entre los miembros que conforman cada uno de los grupos matrilineales (Esteban et al., 2016b). De los 5 grupos descritos anteriormente en el Estrecho (A1, A2, B, C y D) (Esteban, 2008), dos de ellos (A1 y A2) se han visto previamente interaccionando con embarcaciones de pesca con palangre, mientras que los otros tres no (Esteban et al., 2016a).



Los datos utilizados para este estudio fueron obtenidos desde embarcaciones de avistamiento de cetáceos. Hoyt (2001) define el avistamiento de cetáceos como "la observación de cualquiera de las 83 especies de cetáceos en su hábitat natural desde cualquier tipo de plataforma, especialmente con fines económicos". El avistamiento de cetáceos, siempre y cuando se respeten unas buenas prácticas, se considera como una actividad sostenible que preserva las poblaciones de cetáceos, con un importante componente educacional y que contribuye de forma muy relevante a la investigación, y por ende, al mejor conocimiento de estas especies de animales (IFAW, 1997; Hoyt, 2001; O'Connor *et al.*, 2009). Estudios anteriores sobre esta misma población de orcas han destacado la importancia de la colaboración de plataformas de avistamiento de cetáceos para entender su distribución y la

de determinadas especies de animales (Esteban *et al.*, 2013). Para entender las relaciones entre los individuos de orca del Estrecho de Gibraltar y para su continuo seguimiento, se utilizaron técnicas de foto-identificación. Los estudios de foto-identificación han sido utilizados para numerosas evaluaciones de las poblaciones de las diferentes especies de cetáceos, permitiendo su seguimiento durante largos periodos de tiempo, y aportando datos sobre su distribución, comportamiento, historia de vida y estructura social (Würsig & Jefferson, 1990).

Esta población de orca está considerada de alta prioridad y propuesta como amenazada por el Acuerdo para la Conservación de los Cetáceos del Mediterráneo, Mar Negro y Atlántico Contiguo (ACCOBAMS) a la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Cañadas y de Stephanis, 2006) e incluida en la categoría vulnerable del Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA).

Este estudio es de carácter descriptivo y su objetivo principal es 1) entender las relaciones entre los individuos de esta población de orca y llevar un seguimiento continuo y actualizado de esta, y 2) promover el avistamiento de cetáceos como herramienta útil para la obtención de datos y el consiguiente apoyo para la conservación de las especies.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El Estrecho de Gibraltar es el punto de unión entre el Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico, y punto de separación de los continentes Europa y África. Tiene una longitud de unos 60 km, y un ancho de media 20 km, siendo la distancia más corta entre los dos continentes de 14 km. Está delimitado al este por Cabo Espartel en África y Cabo trafalgar en Europa, y al este por Punta Almina en Ceuta (Africa) y Gibraltar en Europa. El Estrecho se caracteriza por una batimetría irregular a forma de cañón submarino, con profundidades que varían en un rango de entre 200-300 a 800-1000 m.

Toma de datos

Todos los datos utilizados en este estudio fueron tomados durante salidas de avistamiento de cetáceos con la empresa Turmares Tarifa S.L (acrónimo de Turismo Marítimo del Estrecho), que opera cada año entre los meses de marzo y octubre. Para este estudio se han utilizado los datos procedentes de los avistamientos de orca que se dieron entre los años 2011 y 2015. Los datos fueron recogidos de acuerdo a los protocolos establecidos por la Sociedad Española de Cetáceos (SEC, 1999). A su vez, siempre que fuera posible, se tomaron fotografías de los lados derecho e izquierdo de las aletas dorsales de cada uno de los individuos de orca presentes, así como fotografías de las manchas oculares de ambos lados de la cabeza, que son distintivas para cada individuo. Se consideró como un avistamiento independiente cada encuentro con esta especie en el que los individuos estaban asociados o en proximidad de manera constante, realizando actividades conjuntas como puede ser búsqueda de alimento, navegación o socialización.

Análisis de datos

Cada uno de los individuos presentes en las fotografías fue comparado con el catálogo previamente establecido por CIRCE (Conservación, Información y Estudio sobre Cetáceos) y disponible on-line (www.cetidmed.com) para su identificación.

Para determinar las diferentes asociaciones entre individuos, sólo fueron considerados los avistamientos en los que al menos el 70% de los individuos presentes fueron identificados sin incertidumbre. Aquellos avistamientos que se dieron simultáneamente desde



dos embarcaciones se consideraron como uno solo. Para la obtención de un análisis visual de estas asociaciones, se creó un dendrograma de agrupamiento jerárquico en base a la frecuencia con la que se ven asociados los individuos, según su presencia/ausencia en cada uno de los avistamientos, usando el software R version 3.3.1 (2016-06-21). Las coordenadas utilizadas para determinar la posición donde se dio cada avistamiento fueron las anotadas al momento del contacto (<60 m).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 94,339 km fueron recorridos en 5,295 h de navegación, durante 2118 salidas de avistamiento, cada una de una duración de 2-3 horas aproximadamente. Tuvieron lugar un total de 277 avistamientos de orca entre los meses de junio y octubre, además de un avistamiento aislado en abril en el año 2013; y en 170 de ellos se tomaron fotografías. Fueron analizadas 5,281 fotografías, en las que aparecían 7,604 ejemplares de orca. El esfuerzo a lo largo del periodo de estudio no fue el mismo. En la figura 1 se puede ver la relación entre el número de salidas y los avistamientos de orca por año, siendo 2015 el año en el que mayor número de avistamientos se dieron, y por consiguiente el año en el que más datos se tomaron.

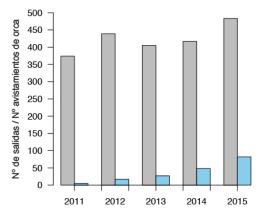


Fig. 1: Número de salidas por año (gris) y número de avistamientos de orca (azul).

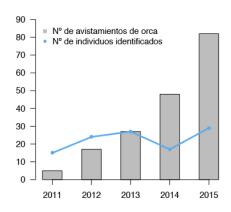


Fig.2: Número de avistamientos de orca y número de individuos identificados cada año.

Resumen de individuos identificados

Se lograron identificar 34 individuos a lo largo del periodo de estudio (Tabla 1), de los previamente identificados en la zona (www.cetidmed.com) y 12 de ellos han sido vistos cada año. El total de individuos identificados perteneciendo a los grupos previamente descritos son: 17 para el grupo A1 de 23 descritos; 6 para A2 de 7; 5 para B de 5; y 1 para C de 5. Ningún individuo del grupo D ha sido observado. Desde 2011 han nacido 10 crías; 8 en el grupo A1, una en el grupo A2 y una en el grupo B, ya incluidas en el tamaño total de cada grupo antes mencionado. A excepción de una cría nacida en 2014, todas superaron el primer año de vida, y otra nacida en 2011 no fue vista con su madre el último año, por lo que podemos deducir que ha muerto. La madre de la cría nacida en 2014, fue vista al año siguiente con un profundo corte en la base de la aleta dorsal y una aleta pectoral seccionada, como causa de interacción con pesca de palangre (observación personal), lo que puede haber influido en la supervivencia de su cría. Esteban *et. al* (2016a) menciona que de 2005-2011 ninguna cría sobrevivió, y lo relaciona con una disminución en la captura de atún con palangre. Según el informe de la Comisión Internacional para



la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT, 2014) desde 2011 se aplican nuevas medidas técnicas, lo que se ha traducido en reducciones en las tasas de captura y de mortalidad del atún rojo por pesca y en consiguientes tendencias crecientes del stock en los últimos años, aunque sigue estando sobrepescado. Esto significaría un aumento de la disponibilidad de alimento para las orcas, lo que influiría positivamente sobre la supervivencia de las crías. Además de estos ejemplares, desde 2012 se han visto 5 individuos, de los cuales hemos identificado a 4 (grupo desconocido en Tabla 1): un macho adulto, dos hembras adultas y un juvenil, que no se han observado asociados a otros grupos con frecuencia y por tanto no han sido incluidos en ningún grupo (Ruth Esteban, comunicación personal). El macho adulto GIB_Oo_010, perteneciente al grupo A1 no se ha visto desde 2012, y el macho adulto GIB_Oo_044 (grupo B) desde 2013. Se estima que estos individuos nacieron alrededor de la mitad de los 80 y de los 90 respectivamente (Ruth Esteban, comunicación personal). En el estudio de Esteban et al., (2016a), para esta misma zona, se considera muerto un individuo si no se observa con miembros de su grupo durante tres años consecutivos, o si se encuentra varado. La esperanza de vida de los machos de orca es de unos 35-40 años, aunque hay casos en los que llegan a 50-60 (Olesiuk et. al, 1990). Por tanto, su muerte se puede atribuir a causas naturales, aunque a no haberlos encontrado varados, no se puede saber con certeza.

Se puede apreciar que aunque el esfuerzo es diferente durante el periodo de estudio, el número de individuos identificados se mantiene más o menos constante. Esto indica que cada año se logra identificar todos o la mayor parte de los individuos presentes en esta zona a excepción de 2011, en que sólo se dieron 5 avistamientos de orca, y por tanto no se obtuvieron suficientes datos. En el año 2014 no se vieron individuos del grupo B ni del desconocido, posiblemente porque se encontraban en otras zonas fueras de nuestra área de estudio.

Tabla 1. Individuos pertenecientes a los diferentes grupos avistados entre los años 2011-2015. Los números hacen referencia al código asignado a cada individuo en el catálogo establecido por CIRCE (www.cetidmed.com). En negrita las orcas nacidas durante el periodo de estudio.

Grupo	Código					Total	
Grapo	individuo	2011	2012	2013	2014	2015	Total
	3	1	1	5	5	11	23
	7	1	5	4	14		24
	8	1	3	4	12	13	33
	9	1	3	6	15	30	55
	10	1	2				3
	11	1	2	6	9	8	26
	12	1	4	7	16	26	54
	18	1	1	4	14	24	44
Al	19					1	1
Ai	33	1	2	4	5	9	21
	45	1	1	6	9		17
	46	1	2	4	8	1	16
	47	1	1	3	4	11	20
	53		1	4	15	27	47
	56				10		10
	57					25	25
	58					9	9
	59					10	10
	1		1	2		9	12
	2	1	4	16	18	41	80
A2	5		1	4		10	15
AZ	6	1	4	11	23	44	83
	16	1	3	10	19	39	72
	49		3	11	21	40	75
	31		1	2		15	18
	32			3		14	17
В	34		1	4		11	16
	44			1			1
	48		1	3		10	14
С	39		1			3	4
	50		1	1		6	8
Desconocido	51			1		3	4
	52			1		5	6
	54			1		3	4

Distribución espacial

En la figura 3 se puede apreciar que los avistamientos se concentran especialmente alrededor de dos focos, que coinciden con zonas de pesca de atún con palangre. interacciones orcas con pesqueros en esta zona se han observado desde por lo menos 1999 según de Stephanis (2008a). Se ha et al., de mencionar que al ser una plataforma de avistamiento comercial, el esfuerzo está en ocasiones dirigido hacia las zonas donde se suelen encontrar las orcas para aumentar las posibilidades de avistamiento en los meses en los que se prevé que están presentes en el Estrecho. Aun así, de forma general, se cubre con cierta homogeneidad el área de estudio a lo largo de cada temporada.

Asociaciones entre individuos:

Para estudiar las relaciones entre los diferentes individuos, se descartaron los datos de avistamientos de los años 2011 y 2012, debido a su escasez. Este análisis se basa en 121 avistamientos realizados en 95 días diferentes, y no fueron incluidas las crías nacidas durante el periodo de estudio, los individuos anteriormente mencionados que se consideran muertos, ni aquellos que se vieron en menos de 4 ocasiones para evitar sesgo, resultando en el análisis de 19 individuos. La figura 4 muestra de forma visual las relaciones

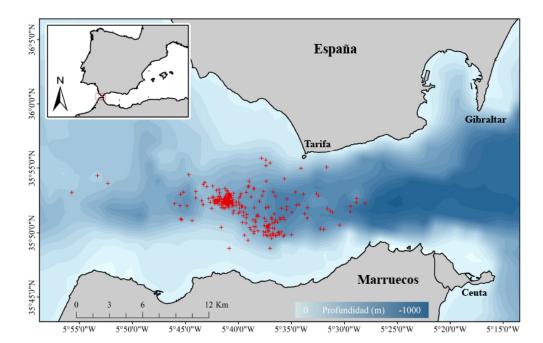


Fig.3: Distribución de los avistamientos de orca en el Estrecho Gibraltar durante 2011-2015.

entre los individuos seleccionados de los distintos grupos. Se puede ver como de forma general individuos a los diferentes grupos se asocian entre sí, aunque las asociaciones más frecuentes se dan entre miembros del mismo grupo.

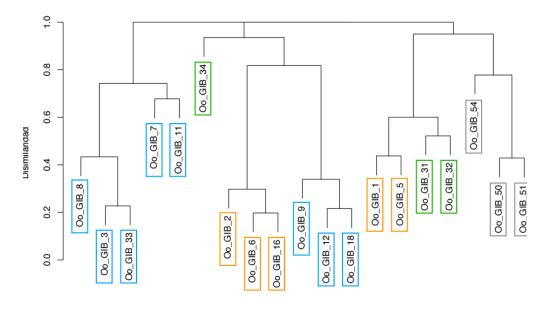


Fig. 4: Resumen de las asociaciones entre individuos. En azul el grupo A1; en naranja el A2, en verde el B y en gris los individuos no asociados anteriormente a ningún grupo. La disimilaridad va en función a la frecuencia con la que se vieron asociados los individuos. Una menor disimilaridad indica una mayor frecuencia de asociación.

Individuos pertenecientes al grupo B se vieron solo en una ocasión sin estar asociados a otros, y el resto de las veces (35) estaban mezclados con miembros de los otros grupos. En el 41% de estos avistamientos el comportamiento era de alimentación. Según nuestros datos, al menos uno de los 4 individuos cuyo origen se desconoce ha sido avistado 10 veces en nuestro periodo de estudio. Se vieron una vez de manera aislada, mientras que el resto de las veces estaban asociadas a individuos de los otros cuatro grupos, principalmente en zonas de pesca con palangre. En general, en el 48% de los avistamientos totales el comportamiento registrado fue de alimentación, frente a un 33% en el que se encontraron navegando, un 15% remoloneando y el resto de las veces descansando o no identificado. El tamaño medio de los grupos fue de 6,8 individuos (desviación estándar: 3,16), siendo 2 el mínimo visto y 20 el máximo.

Diversos patrones de asociación entre orcas han sido definidos de acuerdo al componente social, espacio-temporal y acústico (véase Ivkovich *et al.*, 2010). Estudios anteriores mencionan la observación de interacciones entre individuos de orca de diferentes grupos en el Estrecho de Gibraltar, especialmente entre aquellos que usan la misma estrategia de caza (Esteban *et al.*, 2016b), y raramente entre individuos que usan diferentes técnicas de caza (los que interaccionan con el palangre y los que no), al contrario de lo que sugieren nuestros resultados sobre las asociaciones entre individuos de diferentes grupos (Fig. 4).

Foster *et al.*, (2012) sugiere que la disponibilidad de alimento puede jugar un papel importante en la organización de la estructura social. El stock de atún del Atlántico este y el Mediterráneo ha disminuido en las últimas dos décadas, y aunque parece que se está recuperando en los últimos años (ICCAT, 2014), sigue habiendo sobrepesca. Esta disminución puede haber influido en las asociaciones entre individuos, de modo que los grupos que inicialmente no interaccionaban con embarcaciones de palangre, pueden estar empezando a hacerlo, ya que así obtienen acceso al atún de manera más eficaz y los costes energéticos son menores que perseguirlos activamente (Esteban *et. al*, 2016a).

CONCLUSIONES

La población de orca en el Estrecho de Gibraltar consta de un número reducido de individuos (~30). En contraste con años anteriores, la supervivencia de las crías en su primer año de vida es muy alta (90%) desde 2011, lo que puede ser resultado de un aumento del stock del atún en los últimos años. Un seguimiento continuo de esta población es necesario para entender mejor las relaciones entre individuos, así como el origen de aquellos que han aparecido en esta zona recientemente.

Se ve que con el tiempo las asociaciones entre los individuos pertenecientes a diferentes grupos son más frecuentes, lo que sugiere que las orcas que anteriormente no se alimentaban directamente del atún de palangre, puede que estén empezando a hacerlo. Esto les supondría un ahorro energético que puede ser destinado fines reproductivos y reflejarse en una mayor supervivencia de los individuos de esos grupos, así como garantizarles el acceso a atunes más grandes (Guinet *et al.*, 2007; Esteban *et. al*, 2016a).

La cantidad de salidas al mar y los numerosos encuentros con animales que tienen lugar gracias al avistamiento de cetáceos, pueden ser de gran ayuda para el seguimiento y conservación de las poblaciones de las diferentes especies, siempre que los avistamientos se realicen de manera respetuosa y regulada, y siguiendo las pautas de aproximación y conducta descritas en el Real Decreto 1727/2007 de Protección de los cetáceos. La recopilación de datos y de fotografías de forma anual y por consiguiente la continua actualización de los catálogos de foto-identificación han contribuido en una identificación más eficiente y certera de los individuos fotografiados. Estudios complementarios y que abarquen otras áreas (como el Golfo de Cádiz) son necesarios para entender mejor la dinámica de esta población.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo para la Conservación de los Cetáceos del Mediterráneo, Mar Negro y Atlántico Contiguo (ACCOBAMS), www.accobams.org
- BAIRD, R. W., & DILL, L. M., 1996. Ecological and social determinants of group size in transient killer whales. *Behavioral Ecology*, 7(4), 408-416.

- BIGG, M. A., OLESIUK, P. F., ELLIS, G. M., FORD, J. K. B., & BALCOMB, K. C., 1990. Social organization and genealogy of resident killer whales (Orcinus orca) in the coastal waters of British Columbia and Washington State. *Report of the International Whaling Commission, Special*, 12, 383-405.
- CANADAS, A., & DE STEPHANIS, R., 2006. Killer whale or Orca Orcinus orca (Strait of Gibraltar subpopulation). The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea. Malaga: IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, 34-38.
- DE LA SERNA, J. M., ALOT, E., MAJUELOS, E., & RIOJA, P., 2004. La migración trófica post reproductiva del atún rojo (Thunnus thynnus) a través del estrecho de Gibraltar. *Collect. Vol. Sci. Pap.* ICCAT, 56(3), 1196-1209.
- DE STEPHANIS, R., CORNULIER, T., VERBORGH, P., SIERRA, J. S., GIMENO, N. P., & GUINET, C., 2008. Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context. *Marine Ecology Progress Series*, 353, 275-288.
- ESTEBAN, R., VERBORGH, P., GAUFFIER, P., GIMÉNEZ, J., GUINET, C.,
 & DE STEPHANIS, R., 2016a. Dynamics of killer whale, bluefin tuna and human fisheries in the Strait of Gibraltar. *Biological Conservation*, 194, 31-38.
- ESTEBAN, R., VERBORGH, P., GAUFFIER, P., GIMÉNEZ, J., FOOTE, A. D.,
 & DE STEPHANIS, R., 2016b. Maternal kinship and fisheries interaction influence killer whale social structure. *Behavioral ecology and sociobiology*, 70(1), 111-122.
- ESTEBAN, R., VERBORGH, P., GAUFFIER, P., GIMÉNEZ, J., AFÁN, I., CAÑADAS, A., ... & DE STEPHANIS, R., 2013. Identifying key habitat and seasonal patterns of a critically endangered population of killer whales. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(6), 1317-1325.
- ESTEBAN R., 2008 Abundancia, Estructura social y Parámetros demográficos de la orca (*Orcinus orca*) en el Estrecho de Gibraltar. Master's thesis. Universidad de Cádiz, Spain.
- FOSTER, E. A., FRANKS, D. W., MORRELL, L. J., BALCOMB, K. C., PARSONS, K. M., VAN GINNEKEN, A., & CROFT, D. P., 2012. Social network correlates of food availability in an endangered population of killer whales, Orcinus orca. *Animal Behaviour*, 83(3), 731-736.
- GUINET, C., DOMENICI, P., DE STEPHANIS, R., BARRETT-LENNARD, L., FORD, J. K. B., & VERBORGH, P., 2007. Killer whale predation on bluefin tuna: exploring the hypothesis of the endurance-exhaustion technique. *Marine Ecology Progress Series*, 347, 111-119.
- HOYT, E., 2001. Whale watching 2001. Unpublished Report, IFAW and UNEP, London, UK.
- ICCAT, 2014. Report of the 2014 ICCAT bluefin tuna stock assessment session. (Madrid, Spain – September 22 to 27, 2014)
- IFAW, W. WDCS. 1997. In Report of the International Workshop on the educational Values of Whale Watching.
- IVKOVICH, T., FILATOVA, O. A., BURDIN, A. M., SATO, H., & HOYT, E., 2010. The social organization of resident-type killer whales (Orcinus orca) in Avacha

- Gulf, Northwest Pacific, as revealed through association patterns and acoustic similarity. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 75(3), 198-210.
- O'CONNOR, S., CAMPBELL, R., CORTEZ, H., & KNOWLES, T., 2009. Whale Watching Worldwide: tourism numbers, expenditures and expanding economic benefits, a special report from the International Fund for Animal Welfare. Yarmouth MA, USA, prepared by Economists at Large, 228.
- OLESIUK, P.F., BIGG, M.A., ELLIS, G., 1990. Life history and population dynamics of northern resident killer whales (Orcinus orca) in *British Columbia*. Rept Int Whal Comm, pp. 209–244
- REAL DECRETO 1727/2007, de 21 de diciembre, por el que se establecen medidas de protección de los cetáceos.
- RODRÍGUEZ-RODA, J., 1964. Talla, peso y edad de los atunes, Thunnus thynnus (L.), capturados por la almadraba de Barbate (costa sudatlántica de España) en 1963 y comparación con el período 1956 a 1962. *Inv. Pesq*, 26, 3-47.
- R CORE TEAM, 2016. R: A language and environment for statistical computing. R
 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.
 org/.
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CETÁCEOS, S. E. C., 1999. Recopilación, Análisis, Valoración y Elaboración de Protocolos sobre las Labores de Observación, Asistencia a Varamientos y Recuperación de Mamíferos y Tortugas Marinas de las Aguas Españolas. *Madrid: Ministerio de Medio Ambiente*, 268.
- WÜRSIG, B., & JEFFERSON, T. A., 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. Report of the International Whaling Comission. Special Issue 12:43-52



Análisis del impacto del programa de educación ambiental de Grefa en escolares y su entorno: padres y profesores.

Cury, S.P.¹, Arias Astray, A.², Picornell Lucas, A.³, Blanca Chana, F.⁴ y López-Cozar, J.M.⁵.

¹ Universidad Internacional de La Rioja

²Universidad Complutense de Madrid

³Universidad de Salamanca

⁴Grupo de rehabilitación de la fauna autóctona y su hábitat (GREFA)

⁵Asociación de Periodistas de Información Ambiental (APIA)

silvia.cury@unir.net

RESUMEN

El objetivo de este estudio ha sido conocer si el programa de educación ambiental de GREFA impartido a niños y jóvenes tienen impacto en el desarrollo de nuevos valores, actitudes y conductas proambientales en su entorno social inemdiato: los profesores y los familiares de los estudiantes. El desarrollo de valores humanos y de convivencia y la sensibilidad medioambiental constituyen elementos decisivos de crecimiento para la sociedad civil, y consideramos fundamental conocer si la educación ambiental tiene, en este sentido, un alcance comunitario, de tal modo que las actividades desarrolladas con los estudiantes influyen también en su entorno familiar y académico. Se trata de un estudio de carácter pionero puesto que la población objeto de estudio no son los estudiantes sino la población de personas adultas que forman su entorno social más inmediato.

Palabras clave: educación ambiental, impacto, valores, actitudes, conductas.

INTRODUCCIÓN

El objetivo general del estudio que aquí presentamos ha sido conocer el posible impacto de los programa de educación ambiental de GREFA sobre el entorno social inmediato de los estudiantes receptores de dichos programas. Se trata de un estudio de carácter pionero puesto que la población no son los estudiantes —destinatarios directos de los programas de educación ambiental- sino la población de personas adultas más allegadas. Para ello hemos escogido estudiar la población de familiares y de profesores de

La gran mayoría de los familiares que han participado en este estudio son los padres y las madres de los estudiantes. Por ello hemos asimilado el término genérico "padres" para referirnos, en adelante, a este grupo de población.

los estudiantes que asistieron a los programas de educación ambiental impartidos por el "Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat: GREFA", en la Comunidad de Madrid, durante el curso académico 2013-2014. El estudio que hemos realizado cuenta con la fortaleza de que han participado en su realización tanto GREFA, como profesores de la Universidad Complutense de Madrid y de la Universidad de Salamanca, con el auspicio de la Fundación Mapfre, que ha financiado esta investigación a través de la concesión de una "Ayuda a la investigación Ignacio H. de Llarramendi". Por lo tanto, el estudio del impacto de los programas de educación ambiental de GREFA se ha llevado a cabo desde una perspectiva multidisciplinar y holística, que se corresponde con la concepción de la educación ambiental como una dimensión social y educativa, en la que resulta deseable la implicación y la participación de toda la sociedad y de los distintos ámbitos del conocimiento (Rivarosa, Moroni y García, 2004; Romero, 1997). Y tomando en cuenta que la educación ambiental ha de constituirse en una auténtica educación a favor de un nuevo modelo de desarrollo, en el que debe estar implicada toda la ciudadanía (Novo, 2009), que suponga, además, tal como señalan Vega y Alvarez (2005, p.1) "el conocimiento del medio y el desarrollo de actitudes y comportamientos a favor del mismo", objetivos prioritarios de la educación (Álvarez y Vega, 2009).

La investigación realizada aporta resultados relevantes acerca de un objeto de gran interés para el desarrollo de la educación ambiental en el futuro, y para la evaluación del alcance de dichos programas en la sociedad en general, y contribuye a fortalecer el necesario desarrollo de la investigación en educación ambiental, tal como señalan Benayas, Gutiérrez y Hernández (2003). La mayoría de los programas de educación ambiental en España están diseñados para niños y jóvenes estudiantes. Por ello resulta de destacado interés conocer si la influencia del programa de educación ambiental de GREFA alcanza a la población de su entorno adulto más cercano y tiene, por tanto, un mayor alcance a nivel comunitario (Benegas y Marcén, 1995; Castro, 1998). No obstante, puesto que este estudio se ha llevado a cabo con la población de padres y profesores de los estudiantes de un programa de educación ambiental en concreto, y en la Comunidad de Madrid, recomendamos la realización en el futuro de nuevas investigaciones que analizen el impacto de otros programas de educación ambiental en poblaciones equivalentes, y en otras comunidades autónomas españolas. Su realización posibilitaría la ampliación del ámbito de estudio, y la confirmación o modificación de los resultados parciales o totales obtenidos en este trabajo.

MÉTODO Y PROCEDIMIENTOS.

2.1. Población.

La población objeto de este estudio está formada por los profesores y los padres de los estudiantes que han participado en los programas de educación ambiental de GREFA, durante el curso académico 2013-2014. La población docente objeto de estudio era de 331 profesores, pertenecientes a 108 colegios. Los estudiantes participantes en las actividades de GREFA, en este curso académico, fueron 6.285. Por lo tanto, la población estimada de padres a los que se ha dirigido esta investigación era de 12.570 personas. Por otra parte, la población estimada de familias que realizó visitas particulares a GREFA, durante el mismo período de tiempo (curso académico 2013-2014) fue de aproximadamente 1.787 personas. De tal modo, la población potencial objeto de este estudio era de 14.688 personas en total (331 docentes y 14.387 familiares).

2.2. La encuesta.

2.2.1. Procedimiento.

Se diseñó una encuesta por cuestionario, en dos diferentes modalidades: on line y presencial. El objetivo de la realización de dos diferentes procedimientos para la aplicación de la encuesta ha sido la medición del impacto de los programas de educación ambiental de GREFA, en dos momentos diferentes en el tiempo, a fin de poder comparar los efectos a corto y medio plazo de dichos programas. La encuesta on line se llevó a cabo en todos los colegios participantes en el programa de educación ambiental de GREFA, durante los meses de septiembre de 2013 a abril de 2014. Por otra parte, para que los resultados de la encuesta presencial (en adelante: "1ª encuesta") y de la encuesta on line (en adelante: "2ª encuesta") fueran comparables, se utilizó el mismo cuestionario en la realización de ambos procedimientos. De este modo, los resultados de las dos modalidades de la encuesta han sido susceptibles de comparación y de análisis conjunto. La encuesta presencial se llevó a cabo en las instalaciones de GREFA, entre los meses de mayo a agosto de 2014, con la colaboración del personal de GREFA. De este modo, se pudo aplicar la encuesta presencial a todos los padres y familiares de los estudiantes asistentes al programa de GREFA, durante su visita al centro, de manera presencial. A fin de analizar los resultados de la encuesta, se calculó el porcentaje de personas que respondieron afirmativamente a cada uno de los 10 ítems del cuestionario. El punto de corte establecido para considerar que los porcentajes de respuestas afirmativas a los 10 ítems del cuestionario eran representativos respecto del impacto de los programas de educación ambiental en el desarrollo de nuevas actitudes, valores y conductas proambientales en el entorno inmediato de los estudiantes, fue del 85%.

2.2.2. Participantes.

A los efectos de la realización de la encuesta, y a fin de garantizar la generalización de los resultados de la misma, se diseñó una muestra estadísticamente representativa de la toda la población objeto de estudio. El nivel de confianza elegido para la selección de dicha muestra fue de 2 sigmas, de tal modo que la probabilidad de que la muestra represente a la población fue de un 95,5%. El tamaño muestral resultante para esta población fue de 588 personas, con un margen de error del ±4%. Sin embargo, en función de las posibilidades reales de realización de la encuesta, la muestra final recogida fue de 535 profesores y padres de los estudiantes. No obstante, esta variación no afecta de manera sustancial a la representatividad de la muestra en su conjunto.

2.2.3. Instrumento.

El cuestionario ha constado de diez preguntas, con tres posibles respuestas (Sí-No-Ns/Nc), a fin de que la brevedad y la sencillez de su diseño facilitaran la recogida de datos y la estandarización y análisis de los resultados (Galtung, 1967). Mostramos a continuación el cuestionario utilizado para la realización de la encuesta on line a los profesores a fin de facilitar la exposición de nuestros resultados en el apartado 4 de este trabajo².

Cuestionario para la encuesta.

- » Después de su visita a GREFA, ¿ha propuesto usted a sus alumnos algún debate acerca de dicha visita o de otros temas relacionados con el medio ambiente?
- » ¿Ha desarrollado usted alguna actividad educativa en el aula acerca de la visita a GREFA, como, por ejemplo, dibujos, redacciones o trabajos en grupo?

²El contenido de la encuesta on line a los padres es equivalente en los 10 ítems del cuestionario y solo se modificaron los términos: "alumnos" y "aula" por: "hijos" y "hogar".

- » Después de la visita a GREFA, ¿han propuesto los estudiantes algún debate o actividad relacionada con dicha visita o con la protección del medio ambiente?
- » ¿Considera usted que los programas de educación ambiental pueden promover una mayor sensibilidad ambiental y el desarrollo de valores ecológicos, como el respeto por la naturaleza?
- » ¿Considera usted que los programas de educación ambiental pueden promover el desarrollo de otros valores básicos, como por ejemplo, el respeto por los derechos humanos, la educación para la paz, la solidaridad, la justicia o la equidad?
- » En su opinión, la visita a GREFA, ¿ha tenido influencia sobre su opinión acerca de la importancia de la educación ambiental para la formación integral de los estudiantes?
- » Después de su visita a GREFA, ¿ha realizado usted algún cambio en sus conductas habituales respecto de la protección del medio ambiente?
- » ¿Ha comentado usted la visita a GREFA con otros docentes, con sus familiares y/o amigos?
- » ¿Consideraría usted de interés volver a realizar la visita a GREFA el próximo curso académico?
- » Por último, ¿recomendaría usted la visita a GREFA, tanto a estudiantes como a adultos, por su influencia en el desarrollo de valores proambientales y humanos?

2.3. Los grupos de discusión.

2.3.1. Procedimiento.

La realización de un grupo de discusión consta de cuatro fases diferenciadas: 1. Diseño, 2. Formación, 3. Funcionamiento y 4. Análisis e interpretación (Ibánez, 1994). La fase de diseño implica la delimitación de un guión conversacional, teniendo en cuenta, no obstante que esta técnica constituye un dispositivo abierto de comunicación grupal y de escucha, y por lo tanto, el investigador cuenta con un cierto margen de libertad para conducir el diálogo, en función del discurso emergente durante la ejecución del grupo de discusión. La utilización del grupo de discusión permitió confirmar y profundizar el conocimiento alcanzado a través del análisis de los resultados de la encuesta realizada.

2.3.2. Participantes.

Se formarán dos grupos: uno de familiares y otro de profesores, en función de las diferentes características estructurales de cada uno de estos dos grupos de población. Participaron seis padres en el primer grupo y ocho profesores en el segundo.

2.3.3. Instrumento.

Listamos a continuación los ejes temáticos que consideramos encuadran nuestro objeto de investigación, y que nos permitieron identificar los elementos esenciales que han motivado el impacto de los programas de educación ambiental analizados en la población de familiares y profesores, y el alcance de dicho impacto:

- Influencia de la educación ambiental en el desarrollo de valores ecológicos y humanos, como la equidad, la justicia, la solidaridad o la paz.
- Influencia de la educación ambiental en la formación integral de los estudiantes.
- Relación entre valores ecológicos y derechos humanos.

- Aspectos fundamentales, respecto de la protección al medio ambiente, que han sido objeto de comentario por parte de los estudiantes a sus familiares y profesores.
- Identificación de los principales elementos que han sido objeto de debate y de actividades pedagógicas y creativas en relación con la protección al medio ambiente, entre la población objeto de estudio y los estudiantes.
- Identificación de los motivos que justifican el interés de la población en continuar participando con los jóvenes en programas de educación ambiental de GREFA, y recomendar la participación de sus allegados en dichos programas.
- Valoración grupal de la conducta habitual de los participantes respecto de la protección al medio ambiente.
- Grado de satisfacción de los participantes con sus conductas habituales de protección al medio ambiente.
- Identificación de los principales obstáculos que pueden influir negativamente en el desarrollo de nuevas conductas de protección al medio ambiente.
- Valoración grupal del interés y/o la conveniencia de desarrollar nuevas conductas proambientales en la vida cotidiana de los participantes.
- Valoración grupal del conocimiento actual de los participantes respecto de la situación medioambiental en España, y de las necesidades de protección y cuidado de la naturaleza.
- Nuevos conocimientos que los participantes consideran necesarios y/o interesantes adquirir respecto de la situación y la protección medioambiental en España.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En función de los resultados de todos los procedimientos metodológicos empleados en este estudio, consideramos que los estudiantes han ejercido una importante influencia en su entorno social inmediato, como consecuencia de su participación en los programas de educación ambiental analizados. El análisis de los resultados de la encuesta realizada mostró que los programas de educación ambiental han generado una actitud positiva en la población encuestada. Un porcentaje superior al 85% de padres y profesores ha considerado de interés realizar actividades relacionadas con la participación de los jóvenes en los programas de educación ambiental, con posterioridad a los mismos; comentar con sus allegados la naturaleza y el contenido de estos programas; recomendarlos como actividad educativa ambiental, y volver a participar en dicha actividad el próximo curso académico. Asimismo, el 100% de los encuestados ha considerado que estos programas de educación ambiental pueden promover una mayor sensibilidad medioambiental y el desarrollo de valores ecológicos y humanos, como el respeto por los derechos humanos la educación para la paz, la solidaridad, la justicia y la equidad. La protección del medio ambiente y de la naturaleza han sido considerados elementos fundamentales del concepto de "universalismo", que incluye los valores de "igualdad", "tolerancia" y "justicia social" (Schwartz, 2001). Sin embargo, este impacto fue considerablemente menor respecto de la modificación de las conductas habituales de protección al medio ambiente de la población estudiada. Así, cabe analizar la diferencia hallada entre los resultados obtenidos para el ítem 7³ en la 1^a y la 2^a encuesta, que mostraron que el porcentaje de personas que expresó su intención de realizar estos cambios

conductuales descendió de manera importante respecto de aquéllas que efectivamente habían realizado dichos cambios. La intención inmediata de los padres y los profesores, en la 1ª encuesta, fue modificar sus conductas habituales respecto del medio ambiente en un porcentaje del 88,66% de la población. Sin embargo, esta intención se concretó solamente en un cambio efectivo de dichas conductas en el 66,95% en la 2ª encuesta, lo que representa un descenso del 21,71% respecto de la 1ª. En el análisis conjunto de la 1ª y la 2ª encuesta este porcentaje alcanzó el 74.57%. Por tanto, únicamente los resultados a corto plazo, de la 1ª encuesta, superaron el punto de corte establecido (85%).

Cabe destacar que no hemos hallado diferencias significativas entre los resultados obtenidos a corto y medio plazo en las dos encuestas realizadas, y los porcentajes de respuestas afirmativas obtenidas para todos los ítems, en la 1ª y la 2ª encuesta, se han mantenido estables, con la única excepción de los resultados obtenidos para el ítem número 7. Los resultados de la encuesta realizada presentan, además, la fortaleza de su representatividad respecto un amplio sector de población de padres y de profesores de estudiantes de primaria y secundaria, pertenecientes a diferentes zonas de la Comunidad de Madrid, a colegios de financiación pública, privada y concertada y, por tanto, a distintos estratos socioeconómicos y culturales. No hemos hallado ninguna diferencia en este sentido, y cabe destacar la importancia de este aspecto en función del principio de equidad que persigue el Sistema Educativo Español (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, de Mejora de la Calidad Educativa).

A su vez, la síntesis final del análisis del discurso de los padres y los profesores de los estudiantes ha confirmado los resultados obtenidos a través de la encuesta realizada. La preocupación de los sujetos por el cuidado del medioambiente fue, en general, muy elevada, y puede valorarse que la participación de los niños y los jóvenes en los programas de educación ambiental ha tenido un impacto importante en el entorno social inmediato de los estudiantes. Todos los participantes en la realización de los grupos de discusión comentaron las distintas actividades y debates que surgieron con motivo de la participación de los estudiantes en dichos programas, y valoraron que éstos resultan fundamentales para el desarrollo de la conciencia y la sensibilidad de los jóvenes respecto de la naturaleza y de su protección. Al mismo tiempo, los sujetos percibían que este tipo de educación tiene una fuerte influencia en la promoción de todo el sistema de valores: respecto del medio ambiente y todos los derechos humanos fundamentales. No obstante, el análisis del discurso de ambos grupos mostró que los sujetos manifestaron encontrar dificultades y obstáculos estructurales para desarrollar nuevas conductas de cuidado del medio ambiente y una posición crítica respecto de la estructura social, política y económica, que es percibida como un impedimento para el desarrollo de las mismas. El grupo de padres expresó, además, un considerable grado de confusión respecto de la información pública recibida acerca de la situación medioambiental, así como la necesidad de contar con un mayor grado de conocimiento fiable en este tema. Por otra parte, tanto padres como profesores experimentaban un considerable grado de desconfianza respecto del posible impacto de sus conductas proambientales, consideradas individualmente. Todos los sujetos expresaron, no obstante, que la verdadera fortaleza reside en la educación ambiental y humana de los jóvenes, de la que depende la posibilidad de un cambio social positivo, a través de la formación integral en valores de los estudiantes que influya, en el futuro, en el desarrollo de actitudes y de conductas individuales, grupales y comunitarias de respeto y cuidado del planeta y de solidaridad, equidad, justicia y participación para los seres humanos que lo habitan. En este sentido, los resultados generales de nuestro estudio coinciden con los resultados de las investigaciones que han podido demostrar que existe, a corto plazo, un impacto positivo de diferentes actividades de educación ambiental en las poblaciones a las que éstas estaban dirigidas (Benayas, Ruíz, De Lucio y Barrios, 1989; Benayas, López y Ruíz, 1990; Díaz de Mariño, 1998). Nuestros resultados generales coinciden, además, con el plantea-

miento de Castro (1998), Moscovici (1981), Mugny (1981) y González (2005) respecto de la influencia social positiva que pueden ejercen los niños y los jóvenes en su entorno adulto inmediato.

CONCLUSIONES.

A modo de síntesis, consideramos que los programas de educación ambiental de GREFA han mostrado que pueden ejercer un impacto importante en las actitudes y los valores de los padres y los profesores de los estudiantes que asistieron a dichos programas. Estas actitudes y valores son los elementos imprescindibles que pueden generar en la comunidad un nuevo universo de creeencias y de normas culturales que contribuyan a desarrollar y a mantener una conducta ecológica, que es en definitiva, el principal objetivo de la educación ambiental, si bien cabe recordar que la capacidad de influencia de los programas de educación ambiental no han alcanzado a producir un impacto equivalente respecto de la adquisición de nuevas conductas proambientales en la población objeto de estudio. En este sentido, consideramos de la mayor importancia analizar qué aspectos del programa de educación ambiental de GREFA deberían modificarse o introducirse, a fin de que dicho programa alcance un mayor impacto en la adquisición de nuevas conductas proambientales, reto constante y prioritario, por otra parte, en todos los ámbitos y programas de educación ambiental.

Por último, cabe esperar que los resultados de este estudio constituyan un primer paso en el camino hacia nuevas investigaciones que permitan la confirmación o modificación de los resultados parciales o totales obtenidos en este trabajo, y que supongan, además, un canal de comunicación eficaz entre la sociedad civil y los poderes públicos, responsables últimos de la educación ambiental de los jóvenes en España. En este sentido, consideramos del mayor interés señalar que una de las principales fortalezas de esta investigación reside, precisamente, en que su ejecución ha sido posible gracias al esfuerzo conjunto de diferentes estamentos de nuestra sociedad. El auspicio de la Fundación Mapfre, a través de la concesión de una Ayuda a la investigación "Ignacio H: de Larramendi", la participación de GREFA como organización no gubernamental y de investigadores pertenecientes a diferentes disciplinas y a distintas universidades públicas españolas confieren al estudio las cualidades de multdisciplinariedad y de participación imprescindibles para el desarrollo y la promoción de la educación ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, P. Y VEGA, P. (2009). Actitudes ambientales y conductas Sostenibles.
 Implicaciones para la Educación ambiental. Revista de Psicodidáctica, 14, 245-260.
- BENAYAS, J., GUTIÉRREZ, J. Y HERNÁNDEZ, N. (2003). La investigación en educación ambiental en España. Obtenido de Naturaleza y Parques Nacionales. Serie Educación ambiental: http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/recursos/documentos/investigacion-educacion-ambiental-espana_tcm7-13540.pdf
- BENAYAS, J., LÓPEZ, C. Y RUÍZ, J. (1990). Actitudes ambientales y EA. Análisis de los cambios de preferencias paisajísticas indocudos en los asistentes a las Jornadas sobre hombre y medio ambiente. Hombre y medio ambiente. Ayuntamiento de Alcobendas, 529-567.

- BENAYAS, J., RUÍZ, J., DE LUCIO, J. Y BARRIOS, J. (1989). Evaluación de los cambios de preferencias paisajísticas en programas de educación ambiental. Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura, 518-519, 235-262.
- BENEGAS, J. Y MARCÉN, C. (1995). La educación ambiental como desencadenante del cambio de actitudes. Revista Complutense de educación, 6(2), 11-28.
- CASTRO, R. (1998). Educación ambiental. En J. Aragonés, & M. Amérigo, Psicología ambiental (págs. 329-351). Madrid: Pirámide.
- DÍAZ DE MARIÑO, E. (1998). Educación para la conservación: modelos de gestión en núcleos zoológicos de España. *Tesis doctoral*. Madrid: Departamento de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid.
- GALTUNG, J. (1967). Theory and Methods of Social Research. Nueva York: Columbia University Press.
- GONZÁLEZ, R. (2005). Psicosociología de los grupos pequeños. Madrid: Universitas.
- IBÁNEZ, J. (1994). Cómo se realiza una discusión mediante grupos de discusión. En M. García Ferrando, & et.al., El análisis de la realidad social (págs. 569-581). Madrid: Alianza.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, de Mejora de la Calidad Educativa, Boletín Oficial del Estado, de 10 de diciembre.
- MOSCOVICI, S. (1981). Psicología de las minorías activas. Madrid: Morata.
- MUGNY, G. (1981). El poder de las minorías. Barcelona: Rol.
- NOVO, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. Revista de Educación ambiental, 195-217.
- RIVAROSA, A., MORONI, C. Y GARCÍA, E. (2004). Los proyectos escolares en educación ambiental: su potencial educativo y transformador Los proyectos escolares en educación ambientalsu potencial educativo y transformador. Revista de educación en biología, 16-22.
- ROMERO, R. (1997). Investigación educativa en materia ambiental. México: Universidad Pedagógica Nacional (UPN).
- VEGA, P. Y ÁLVAREZ, P. (2005). Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible. Obtenido de Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N1.pdf
- SCHWARTZ, S. (2001). ¿Existen aspectos universales en la estructura y contenido de los valores humanos? En M. Ros, V. Gouveia (coord.), Psicología social de los valores humanos. Desarrollos téoricos, metodológicos y aplicados (págs. 53-77). Madrid: Biblioteca Nueva.



El Algarrobo (*Ceratonia siliqua L.*), importancia paisajística, económica y perspectivas de futuro.

Guillén, A1., Ferrer-Gallego, P.P2., Serena, V3., Peris, J.B4.

¹Departament de Biología Vegetal. Facultat de Farmacia. Universitat de València. Avenida Dr. Moliner, 50, E-46100 Burjassot (Valencia). guibasal@uv.es

²Servicio de Vida Silvestre. Centro para la Investigación y Experimentación Forestal de la Generalitat Valenciana (CIEF). Avenida Comarques del País Valencià, 114, E-46930, Quart de Poblet (Valencia).

³Plataforma Sierra de Chiva.

⁴Departament de Geología y Botánica. Facultat de Farmacia. Universitat de València. Avenida Dr. Moliner, 50, E-46100 Burjassot (Valencia).

RESUMEN

El cultivo del algarrobo en la Comunitat Valenciana es uno de los cultivos tradicionales más importantes puesto que formaba parte del sistema agrario mediterráneo tradicional: este cultivo era una fuente energética para los animales de tiro y labor (mayoritariamente equinos) así como un recurso económico, puesto que la producción y su correspondiente comercialización habían creado un engranaje mercantil cimentado en la necesidad de este cultivo para los animales de trabajo y transporte. Para establecer este cultivo se trasformó con mucho trabajo y esfuerzo, por parte de nuestros antecesores, gran parte del territorio térmico valenciano, parcelándose y abancalándose extensas áreas que han cambiado el paisaje natural, originándose uno nuevo (fig 1 y 2). Antes de la transformación agrícola de este cultivo, las zonas correspondientes estaban ocupadas por coscojares y carrascales termófilos. A mediados del siglo XX, con la mecanización de las labores del campo y la automoción de los transportes, este cultivo empezó a decrecer (Hermosilla, 2004). De no ser conservado este patrimonio cultural en unos años desaparecerá. Aunque este cultivo puede ser sustituido por almendros y viña, las restricciones económicas (tales cultivos necesitan de mayor mano de obra, por ejemplo) pueden provocar que no exista la posibilidad de establecer nuevos cultivos alternativos en muchas localidades de secano. Sin embargo, una buena opción, compatible a nivel económico, sería su sustitución por higueras.





Con este trabajo de divulgación, pretendemos aumentar el conocimiento biológico, ecológico y utilitario del algarrobo, para ello hemos creado una serie de apartados con la finalidad de alcanzar su conocimiento integral, que incluya unas pinceladas sobre su problemática futura en nuestra comunidad y unas recomendaciones para su conservación.

DENOMINACIÓN BOTÁNICA LATINA: CERATONIA SILIQUA L.

ETIMOLOGÍA.

Ceratonia del griego keratos, cuerno, al que recuerdan mucho los frutos en su forma y consistencia.

siliqua: nombre latino de los frutos en legumbre (vaina de leguminosas).

Hebreo: kharuw. Árabe: kharrub. Castellano: algarrobo, garrofero. Italiano: carrubo. Francés: caroubier. Alemán: karubenbaum. Portugués: alfarrobeira. Griego: charaoupi. Turco: charnup. Catalán: garrofer, garrover. Chino: chiao-tou-shu. Malayo: gelenggang. Tailandés: chum het tai.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

Árbol perennifolio de la familia de las Cesalpináceas (Fabales o Leguminosas), generalmente de 5-10 m. de altura, con copa verde y densa, tronco tortuoso y con diámetro generalmente en ejemplares adultos superior a 50 cm, con corteza algo rugosa, rojiza a grisácea, y en ocasiones provisto de oquedades, con ramas largas, gruesas y más o menos horizontales. Hojas alternas compuestas, de 3 a 5 pares de foliolos, oval-elípticos o suborbiculares, coriáceos, de 3-5 cm de longitud, con el margen entero, brillantes y verde-obscuros por su cara adaxial; la cara abaxial de un color verde más pálido. Inflorescencias en racimos caulógenos (sobre troncos y ramas de 3-5 años de edad), aislados, que portan 10-12 flores, a veces bisexuales, pero casi siempre unisexuales, las masculinas y femeninas sobre distinto pie de planta. Son más cultivados los ejemplares unisexuales con flores femeninas, siendo los masculinos (denominados algarrobos judíos) cultivados en menor número, lo que facilita la polinización. Flores pequeñas, inconspicuas, apétalas, ligeramente pedunculadas, con cáliz formado por 5 sépalos verdosos o rojizos y caducos, las masculinas con 5 estambres libres, las femeninas con un solo pistilo de origen monocarpelar, provisto en su ápice de un estigma subsésil muy aparente. Fruto en legumbre carnosa, indehiscente, alargada (de 10-25 cm de longitud y 2-3 cm de anchura), más o menos arqueada y péndula, denominada popularmente algarroba (fig. 3), al principio cuando inmadura es de color verde, en la madurez se torna de un color pardo-rojizo-violáceo obscuro, casi negro, contiene una pulpa gomosa de sabor dulzaino agradable, que encierra 10-16 semillas pardas, aplastadas, separadas por tabiques pulposos, conocidas popularmente como garrofín. Es una especie rústica y resistente a la sequía, pero empieza a fructificar a partir de los 7-10 años desde su plantación.

Floración y polinización: Florece a partir de julio y hasta diciembre. La polinización es en parte anemófila y en parte entomófila (la mayor parte ocurre en el período comprendido de septiembre a octubre). Este proceso de polinización, se dificulta si en la época de floración hay elevada humedad ambiental, puesto que los granos de polen se

hidratan y en parte se pierde la capacidad de captación de éste por los pistilos. El fruto madura un año después. Frecuentemente se cultivan entre el 10-20% de pies machos (ejemplares polinizadores) entre plantaciones de árboles hembras. Pero es más frecuente la técnica de injertar una rama de los árboles hembra con una o varias yemas de los pies macho, con el fin que las ramas masculinas que se originan puedan al florecer y asegurar la polinización.



Fig.3

ORIGEN GEOGRÁFICO.

Es originario posiblemente de alguna zona de la cuenca Mediterránea, aunque su distribución nativa u original exacta no está precisada, la mayoría de botánicos creen que su núcleo de distribución inicial se sitúa en el mediterráneo oriental (oriente medio), posiblemente Palestina, Turquía o Siria u otros territorios próximos, o territorios de Oriente Próximo, como Yemen (De Candolle, 1883; Schweinfurth, 1894; Vavilov, 1951), aunque otros autores consideran el género oriundo de la flora xerotropical Indo-Malaya, como otros géneros con representantes en la cuenca Mediterránea, como por ejemplo Olea, Laurus, Myrtus o Chamaerops (Zohary, 1973). El algarrobo fue introducido en el antiguo Egipto, de ahí pasó a Grecia y más tarde a Italia. Los fenicios lo introdujeron a lo largo de toda la costa del norte de África y Península Ibérica (véase Zohary & Orshan, 1959; Meikle, 1977; Liphschitz, 1987; Tous & Batlle, 1990; Batlle & Tous, 1997). Desde España pasó a México y el cultivo del algarrobo se introdujo en California hacia 1854, ya que en esta época se importaron de Alicante (España) unas 8.000 plantas de semilla. Hasta época muy reciente se creía que el algarrobo era la única especie del género Ceratonia, pero la descripción por Hillcoat et al., (1980) de Ceratonia oreothauma de Arabia y Somalia (Thulin, 1993; Lewis, et al., 2005), con dos subespecies reconocidas: subsp. oreothauma y subsp. somalensis Hillc., G.P. Lewis & Verdc. (véase Fergunson, 1980), refuerza el posible origen oriental de este género, cuya época de floración es tan poco frecuente si se compara con otras plantas mediterráneas. Si a esto le sumamos la presencia de inflorescencias caulógenas, todo parece apuntar a una posible procedencia subtropical. Añadir además que, este género resulta uno de los grupos más arcaicos y taxonónicamente aislado del resto de géneros de la familia de las leguminosas (Zohary, 1973; Tucker, 1992).

DISTRIBUCIÓN, BIOCLIMATOLOGÍA Y HÁBITAT.

Se encuentra y cultiva en toda la zona costera de la Cuenca Mediterránea (Zohary, 1973; Tous, 1985; Batlle & Tous, 1997; Tous & Batlle, 1990), en los pisos bioclimáticos termomediterráneo y mesomediterráneo (solo en el nivel inferior), con ombroclima desde el seco con tendencia a semiárido (con una pluviosidad de 350 mm año), hasta el subhúmedo (algo menos de 800mm de lluvia al año), es muy poco resistente al frío, le perjudican temperaturas inferiores a 2°C, especialmente si hay humedad ambiental, y es muy sensible a las heladas, por lo que rara vez se adentra y se suele encontrar a más de 40 Km de la costa (aunque penetra hacia el interior aprovechando los valles de los grandes ríos como el Ebro (50 Km) o el Guadalquivir (150 Km); rara vez vive a una altitud superior a los 500 m.s.n.m., exceptuando en las comarcas alicantinas que pueden llegar a observarse ejemplares aislados a 550 m.s.n.m. en zonas de solana (Hermosilla, 2004). Prefiere situaciones soleadas, especialmente en las expuestas a mediodía.

EDAFOLOGÍA.

Indiferente al pH, pero prefiere suelos básicos especialmente los calizos, de consistencia media o sueltos (permeables). Es algo resistente a la salinidad edáfica, pudiendo tolerar suelos con un contenido superior al 3% de NaCl (Winer, 1980).

CULTIVO.

La multiplicación se puede realizar por semilla o mediante reproducción vegetativa. En el primer caso se obtienen nuevas plantas a partir de semilla, que posteriormente suelen injertarse con variedades comerciales. En el segundo caso se utilizan estacas, retoños de raíz y acodos. Se prefiere utilizar la técnica de las semillas ya que se obtienen árboles más vigorosos y más resistentes a enfermedades y plagas; aunque este método de reproducción es más lento. Para hacer germinar las semillas, muy impermeables, hay que mantenerlas para que se hidraten sumergidas en agua entre 10-12 días antes de sembrarse; también se obtienen buenos resultados introduciéndolas en ácido sulfúrico al 50% durante 48 h o en agua hirviendo hasta que se enfríe (escaldado). La mejor época de siembra es entre los meses de Marzo y Abril, pues la germinación y nacimiento de las plantas se ve favorecida por la temperatura y humedad. Para obtener alto rendimiento en grandes plantaciones se recurre a injertar arbolillos (mediante escudete o canutillo) en el vivero a los 3 años y trasplantarlos al terreno definitivo a los 5 años. Los árboles injertados fructifican a los 5-6 años, los de semilla a los 7-8 años. Como los algarrobos adultos alcanzan un gran tamaño, se cultivan en marcos de plantación muy amplios, que varían generalmente entre 15×15 m y 20×20 m. Se recomienda en general densidades de 80-100 árboles por hectárea. La primera poda, es muy importante ya que asegura la vida del árbol, si es injertado, suele hacerse a los dos años del injerto; las podas siguientes aseguran un buen desarrollo de las copas con la eliminación de brotes defectuosos, ramas inútiles y secas, y suele realizarse en otoño, después de la recolección de la cosecha. Los cultivos requieren al menos 2-3 laboreos al año, otoño, primavera y la tercera al comenzar la madurez del fruto. Debido al bajo precio de la algarroba, y el bajo rendimiento económico del cultivo del algarrobo hay grandes extensiones de cultivo con árboles envejecidos, acompañado de un abandono progresivo año tras años de este cultivo, y una fuerte regresión de la superficie cultivada.

PLAGAS MÁS FRECUENTES.

Una de las plagas más comunes es el insecto barrenador de la madera o taladro amarillo (Zeuzera pyrina Linnaeus, 1761), lepidóptero cuyas orugas amarillas perforan y se alimentan de la madera, provocando galerías, pudiendo provocar la muerte de brotes, ramas e incluso del árbol; otro lepidóptero barrenador que también puede afectar al algarrobo es el taladro rojo (Cossus cossus Linnaeus, 1758). La cochinilla (Aspidiotus nerii Bouche, 1833) también daña hojas y frutos. Por último hay que destacar la micosis provocada por el oidio (Pseudoidium ceratoniae (Comes) U. Braun & R.T.A. Cook), que ataca hojas, yemas y frutos tiernos, causando su caída prematura, estando más extendida esta infección en las zonas de cultivo con ombroclima subhúmedo.

VARIEDADES DE ALGARROBO.

En lugar de variedades, habría que hablar de suertes comerciales, de ámbito regional o comarcal, con denominaciones, en las respectivas lenguas vulgares de las zonas en donde se cultiva. Esto es debido a que no hay ningún trabajo botánico que estudie en conjunto toda la variabilidad que presenta esta especie en su área de dispersión (en poblaciones cimarronas o cultivadas) y que establezca una nomenclatura científica botánica latina al uso. No obstante, se han reconocido algunas variedades diferenciadas desde el punto de vista morfológico. Actualmente para diferenciar estas suertes comerciales solo se tienen en cuenta caracteres que afectan al fruto, distinguiéndose unas de las otras por el color de las algarrobas maduras, su forma (recta, curvada o retorcida), peso total (longitud, grosor y anchura de la vaina), y número de semillas (véase para las variedades españolas las siguientes citas: Coit, 1961; Caja et al., 1984; Batlle, 1985; Tous, 1985; Martínez-Valero et al., 1988; Batlle & Tous, 1990; Tous & Batlle, 1990; Tous et al., 1996). En el caso específico de semilla o garrofín se utilizan caracteres como la anchura, espesor y peso total, y también el cociente entre este peso total y el de la pulpa. Hasta los años 60 del siglo pasado, el aprovechamiento principal de la algarroba, era el de su pulpa (de media aproximadamente el 90% del peso total), para su utilización principalmente como pienso animal. En muchas zonas de cultivo, debido a la selección empírica de los agricultores mediterráneos, producían en sus zonas de cultivo frutos con un elevado contenido en pulpa, para su uso ganadero; pero actualmente la parte del fruto con más valor comercial es la semilla, la cual se destina a la extracción comercial de goma por lo que se prefiere cultivar suertes comerciales que produzcan algarrobas con un alto contenido en garrofín, pero ni siquiera existe una catalogación completa o estudio pomológico publicado sobre este tema, que permita una buena orientación selectiva a los agricultores mediterráneos.

Algunas variedades cultivadas en la Comunitat Valenciana son cv. "Negra" (norte de Castellón), cv. "Matalafera" o "Matalafam" (Valencia y Alicante), cv. "Rojal" (Castellón), cv. "Casuda" (Valencia, Alicante y Castellón), cv. "Ralladora" (Castellón), cv. "Mollar" o "Melar" (Alicante), cv. "Ramillete" (Alicante), cv. "Fina" (Alicante) (Batlle & Tous, 1997).

RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO.

La recogida de las algarrobas se realiza al final del verano o principio del otoño, sacudiendo las ramas con palos o cañas (vareo), pero sin dañarlas. Una vez tirados los frutos al suelo se recogen y se envasan en sacos hasta llevarlos a los almacenes, que deben de ser locales frescos, venteados y sin humedad; si el almacenamiento es incorrecto, las

algarrobas pueden ser afectadas por la "polilla del algarrobo", una mariposa (*Ectomyelois ceratoniae Zell*, 1839), que deposita los huevos sobre los frutos, y de ellos nacen voraces orugas que los destruyen.

PRODUCCIÓN.

El algarrobo entra en producción entre el 5° y 7° año, dando entre 4-5 kilos de algarrobas por árbol. A los 15-20 años, produce por término medio entre 30-50 kilos por árbol, en los años con cosecha media o alta; en ejemplares desarrollados se pueden recolectar entre 60-120 kilos de fruto. Es muy frecuente y característico que en este cultivo se dé la alternancia de producción (vecería), como causas más frecuentes de ella se encuentran una mala polinización y lesiones en las inflorescencias femeninas durante el vareo así como deficiencias en su cultivo.

PAÍSES PRODUCTORES.

La producción mundial media está en unas 200.0000 a 340.000 toneladas anuales, aunque su cultivo está en decadencia permanente, por lo que en el futuro esta cifra será menor (actualmente se cultivan sobre 113.000 hectáreas y hay en total sobre unos 500.000 árboles diseminados entre todas las zonas de cultivo). Los mayores productores son los países ribereños de la Cuenca mediterránea, generalmente en este orden: España, Italia, Portugal, Marruecos, Grecia, Turquía, Chipre, Argelia y Líbano.

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ALGARROBA.

Es muy significativo que en los últimos años, la producción de algarrobas va disminuyendo y el cultivo de algarrobos esté en franca regresión, especialmente en los principales países productores; a pesar de todo, a la producción española le corresponde generalmente sobre el 40% o, incluso en algunas temporadas, mayor proporción del total mundial; la comunidad autónoma valenciana produce sobre un 65% del total español, seguida de las zonas satélites, como Islas Baleares (28%) y Cataluña (22%), siendo por tanto el cultivo del algarrobo esencial no solo desde el punto de vista paisajístico para la Comunitat Valenciana, sino también un importante recurso energético e industrial. En este sentido, se podría añadir que estas legumbres podrían ser claves en un futuro, especialmente por la escasez de recursos energéticos naturales (falta de pastos y cultivos alternativos). Aunque la problemática no sólo se circunscribe a la del territorio valenciano, aquí es especialmente significativa, ya que se está originando un importante descenso del rendimiento por hectárea, unido a la tala incontrolada de algarrobos para la producción de leña, la disminución de la superficie de cultivo (por destrucción de ésta por la proliferación de áreas turísticas, residenciales y aumento de redes viarias como autopistas, carreteras, etc.), y también, en ocasiones, donde se puede, por la sustitución por cultivos más rentables, al potenciarse la agricultura comercial.

También las heladas de febrero de 1956 y enero de 1985, son responsables de la disminución de su área de cultivo, pues dañaron y produjeron la muerte de millares de árboles, obligando a eliminar muchos de ellos, que posteriormente no fueron replantados; unido a la sustitución de las bestias de laboreo por maquinaria agrícola a partir de los años 60, ha disminuido por tanto de manera drástica el consumo de piensos elaborados a partir de las algarrobas.

Además, el alto coste de la recolección de las algarrobas es un importante factor

limitante de su rentabilidad, unido a que muchos algarrobos están diseminados y ocupan terrenos abruptos de difícil acceso. Asimismo, si a ello se une que no hay renovación de cultivos, pues la mayoría datan de uno a dos siglos de antigüedad, y que los marcos de plantación se han quedado anticuados, por lo que los árboles están envejecidos, también la falta de ayudas para la investigación en este cultivo y explotación y la secular ineficiencia de la administración pública española, en este tema, no parece tener esta especie y su cultivo un futuro nada halagüeño.

ASPECTOS COMERCIALES DE LA ALGARROBA.

La comercialización de la algarroba se realiza en varias modalidades: troceada (con separación del garrofín del resto de la legumbre), triturada y pulverizada, siendo España el mayor exportador de algarroba entera y troceada. En cambio, apenas se exporta la semilla entera, ya que se transforma previamente mediante tratamiento industrial en goma de garrofín, siendo también España el país que encabeza la exportación mundial de este producto.

Entre un 90-95% de la goma de garrofín se exporta, siendo Estados Unidos y los socios comunitarios Europeos los principales países importadores.

El control del mercado internacional de la goma de garrofín lo ejercen tres empresas multinacionales, que controlan el 50% de su producción y comercialización.

La actual demanda de la algarroba y su precio final recae fundamentalmente sobre el garrofín, a pesar de representar solo el 10% del peso de la algarroba, ya que de este se elabora la goma de garrofín-aditivo natural, con importantes propiedades físicas y químicas, que lo hacen insustituible.

ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE LA ALGARROBA.

A nivel mundial existe una organización, MONDIAL CAROB GROUP, creada en el año 2.000, por los países productores, que tiene los siguientes objetivos.

- » Defensa del sector de la algarroba a nivel mundial.
- » Mejora de la información global de los mercados.
- » Seguimiento periódico de las estimaciones de la cosecha a nivel mundial
- » Promoción de la transparencia en el sector de la algarroba
- » Mejora de las relaciones entre los asociados
- » Promoción en la investigación y el desarrollo de la algarroba y sus derivados

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ALGARROBA.

Pulpa de la legumbre: contiene glúcidos mono y disacáridos (entre el 35-47%), celulosa (5-6%), proteínas (5-6%), gomas y pectinas (20-34%), grasas (1%), taninos(1,3-1,5%), agua(12-18%).

Semilla o garrofín: hay que distinguir anatómicamente la cutícula, el endosperma y el germen, cada una de estas partes tienen una constitución química muy diferente; de la cutícula se extrae celulosa, colorantes, y también se obtiene carbón activo del endos-

perma, rico en una goma que recibe la denominación de goma de garrofín, constituida por galactomanas (que resultan de la combinación molecular de galactosa y manosa), el germen es un rico complejo proteico.

OTROS USOS DEL ALGARROBO.

La madera del algarrobo, se usa en carpintería y con fines artesanales y también como combustible.

Las algarrobas verdes partidas y aplicadas sobre la piel se utilizan en etnofarmacología como antiverrucosas y antifúngicas.

La pulpa se utiliza como pienso para el ganado, especialmente del equino.

Otro uso que debiera potenciarse es el cultivo de algarrobos para su uso en jardinería, ya que es un árbol perenne muy estético y resistente a la sequía.

SITUACIÓN ACTUAL DEL ALGARROBO EN LA COMUNITAT VALENCIANA.

En 1998, había 47.594 hectáreas de algarrobos en el territorio valenciano mientras que en 2009 el dato cayó hasta las 20.904 hectáreas. Y la tendencia sigue por el mismo camino. Este hecho está motivado, principalmente, por la caída del precio de la algarroba en el Mercado. Si en el año 2006 se pagaba a 0,40 céntimos el Kilo en origen, en 2012 llegó a pagarse a 0,20. Además, el pillaje es bastante común y en muchos almacenes de algarrobas es una práctica habitual pagar el producto "con papeles" a un precio más elevado y el que no tiene "papeles" a otro más bajo.

El futuro del algarrobo en la Comunitat Valenciana.

Aunque es un cultivo tradicional valenciano, tal vez el más importante de nuestras áreas térmicas, la falta de rentabilidad como ya anteriormente se ha comentado, está abocando a su abandono y desaparición. El problema de esta situación es que en muchas localidades estos cultivos están siendo ocupados por etapas degradativas de la vegetación natural, especialmente coscojares y romerales, destruyéndose además con el tiempo las estructuras agrícolas como bancales, que permiten contener la erosión de los suelos en donde se establece este cultivo. Desde el punto de vista paisajístico, el empobrecimiento, en el caso de su desaparición, podría ser dramático, siendo por otro lado, además, uno de los recursos energéticos, alimentarios e industriales del que disponemos los valencianos.

Para intentar recuperar, o al menos contener su área de cultivo, debiera establecerse un cooperativismo con presencia de pocas cooperativas de productores agrícolas, potenciado por la administración, que permitiera una buena comercialización de la producción, y que fueran además estas cooperativas también trasformadoras en parte de la algarroba, con la finalidad de aumentar su valor comercial y poder pactar buenos precios con las empresas industriales de sus derivados, así como la potenciación y promoción en la investigación de estos derivados de la algarroba.

BIBLIOGRAFÍA.

- BATLLE, I. (1985). El algarrobo en la provincia de Tarragona, estudio, situación y posibilidades. Beca Diputación de Tarragona. (unpublished).
- BATLLE, I. & J. TOUS. (1990). Cultivares autóctonos de algarrobo (*Ceratonia siliqua L.*) en Cataluña. *Investigación Agraria* 5(2): 223-238.

- BATLLE, I. & J. TOUS (1997). Carob tree. Ceratonia siliqua L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. Gatersleben / International Plant Genetic Resources Intitute. Rome, Italy.
- CAJA, G., R. CASANOVA AND A. CABOT. (1984). El algarrobo (Ceratonia siliqua L.): su cultivo y posibilidades agropecuarias en Baleares. Avances de resultados. Caja de Ahorros 'Sa Nostra'. Palma de Mallorca, Spain (unpublished).
- COIT, J.E. (1961). Carob varieties. Fruit Varieties and Hort. Digest 15(4): 75-77.
- DE CANDOLLE, A. (1883). L'origine des plantes cultivées. Balière, Paris.
- FERGUNSON, I.K. (1980). The pollen morphology of Ceratonia (Leguminosae: Cesalpinioideae). *Kew Bulletin* 35(2): 273-277.
- HERMOSILLA, J. (2004). La condemna de la garrofera valenciana. Métode 40. Hivern 2003/04.
- HILLCOAT, D., G. LEWIS & VERDCOURT (1980) A new species of Ceratonia (Leguminosae-Cesalpinioideae) from Arabia and the Somali Republic. *Kew Bulletin* 35: 261-271.
- LEWIS, G., B. SCHRIRE, B. MACKINDER & M. LOCK (2005) Legumes of the World. Royal Botanic Gardens, Kew.
- LIPHSCHITZ, N. (1987). *Ceratonia siliqua* in Israel: an ancient elemento or a newcomer?. *Israel J. Bot.*: 36: 191-197.
- MARTÍNEZ-VALERO, R., P. MELGAREJO, D. SALAZAR & S. GARCÍA. (1988).
 Características de las variedades cultivadas de algarrobo (*Ceratonia siliqua*) en la Cuenca del Segura. Pp. 91- 98 in Proceedings of the II International Carob Symposium (P. Fito & A. Mulet, eds.). Valencia, Spain.
- MEIKLE, R.D. (1977). Leguminosae. Flora of Cyprus, vol. 1, pp. 372-606. Bentham-Moxon Trust, Royal Botanic Gardens, Kew.
- SCHWEINFURTH, G. (1894). Sammlung arabisch-aethiopischer Pflanzer, Ergebnisse von Reisen in den Jahren 1881, 1888-89, 1891-92. *Bull Herb. Boissier* 2: 1-114.
- THULIN, M. (1993). Fabaceae (Leguminosae). In M. Thulin (ed.), Flora of Somalia,
 Vol. 1, pp. 341-465. Royal Botanic Gardens, Kew.
- TOUS, J. (1985). Comercialización y variedades del algarrobo. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Publicaciones de Extensión Agraria 1/85. H.D.
- TOUS, J. & I. BATLLE (1990). El algarrobo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- TOUS, J., A. ROMERO, J. PLANA & I. BATLLE. (1996). Current situation of carob plant material. In Proceedings of the III International Carob Symposium. Cabanas-Tavira, Portugal.
- TUCKER, S. C. (1992). The developmental basis for sexual expression in *Ceratonia siliqua* (Leguminosae: Caesalpinioideae: Cassieae). *Am. J. Bot.* 79(3): 318-327.
- VAVILOV, N.I. (1951). The Origin, Variation, Immunity, and Breeding of Cultivated Plants [translated from the Russian by K.S. Chester]. The Ronald Press Co., New York.

- WINER, N. (1980). The potential of the carob tree (*Ceratonia siliqua*). Int. Tree Crops J. 1: 15-26.
- ZOHARY, M. (1973). Geobotanical Foundations of the Middle East, 2 vols. Stuttgart.
- ZOHARY, M. & G. ORSHAN (1959). The maquis of Ceratonia siliqua in Israel. Palest.
 J. Bot. Jerusalen 8: 385-397.



De Observado.org: Breve historia y toma de datos de calidad mediante aplicaciones móviles.

Julio Rabadán-González¹, Eduardo Rodríguez-Rodríguez¹, Jose Antonio Sarrión¹, Javier Rengel¹, Albert Savijn¹.

¹Equipo de Observado España.

info@observado.es

RESUMEN

Observado.org es la plataforma europea de Ciencia Ciudadana con mayor actividad de recogida de observaciones del medio ambiente, con 13 años de experiencia y más de 86 millones de observaciones. Numerosos grupos de trabajo, instituciones y asociaciones, tanto de aficionados como de científicos profesionales, utilizan Observado.org para la recogida y consulta de datos sobre biodiversidad a nivel mundial. Observado.es, el portal local para España, en 2 años de vida ha superado el millón de observaciones de más de 6600 especies. Los usuarios introducen sus observaciones de campo en la plataforma a través del portal Web o desde la aplicación móvil, quedando bajo custodia en los servidores para su consulta y aprovechamiento. Las aplicaciones móviles son elementos fundamentales de Observado.org. Como novedad, la aplicación de Android incluye la funcionalidad de transectos y muestreos puntuales, recopilando información de la ruta seguida, observaciones individuales georeferenciadas y tiempo empleado. Se registra así el esfuerzo de muestreo junto con los demás detalles del transecto, se mejora la calidad de los datos recogidos y se amplía el rango de posibles análisis a realizar con estos datos.

Palabras clave: Ciencia ciudadana, muestreo, transecto, observado.es, observation.org.

ORIGEN: DE WAARNEMING.NL A OBSERVADO.ORG

Fue a principios de 2003. Un naturalista holandés, Hisko de Vries, tuvo la idea de crear un sitio Web en el que cualquier persona pudiera introducir y consultar observaciones de naturaleza (Redacción Overmeerse Vogels, 2012). Sería una herramienta en la que compartir los datos recopilados por los aficionados a la naturaleza en sus cuadernos de campo, que permitiera sumar todos esos esfuerzos para crear una base de conocimiento única sobre la biodiversidad, con información prácticamente en tiempo real.

En 2004, Hisko de Vries convenció para apadrinar el proyecto a la Stichting Natuurinformatie (Fundación para la Información de la Naturaleza en holandés), una organización sin ánimo de lucro responsable actual de los servidores de Internet donde se aloja Observado.org, y que aportó también al proyecto el dominio Waarneming.nl ("waarneming" significa "observación" en holandés). En aquellos inicios, el equipo de programación de Waarneming.nl, del que formaba parte el propio Hisko de Vries, trabajaba de manera totalmente voluntaria.

El proyecto se hizo público en octubre de 2004, con algo más de 1.000 observadores y unos pocos administradores revisando las observaciones de manera altruista. En los años siguientes el crecimiento fue constante (Ilustración 1), siendo especialmente importante el año 2007. Aquel año, una llegada inesperada a Bélgica y Holanda desde España de un grupo de Buitre Leonado (*Gyps fulvus*) (Vandegehuchte y miembros del BAHC, 2009) atrajo la atención de prensa y público sobre Waarneming.nl. El público holandés, gran aficionado a la naturaleza y la ornitología, consultó de manera intensiva esos días los servidores de Waarneming.nl, única fuente en tiempo real de la evolución del grupo de buitres. Aquellas criaturas, sin saberlo, pusieron a prueba la estabilidad del software y los servidores de la plataforma, a la vez que pusieron de manifiesto su utilidad para el estudio del comportamiento de los seres vivos.

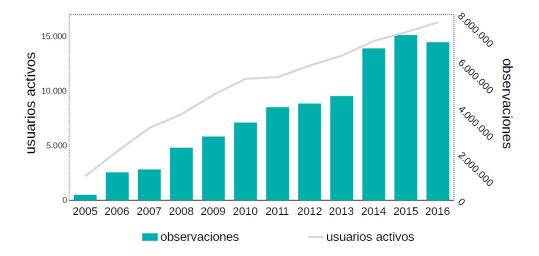


Ilustración 1: Número de usuarios activos y observaciones introducidas por los mismos anualmente en la plataforma holandesa Waarneming.nl. Fuente: http://waarneming.nl/statistiek.php

Ya a finales de 2007 se iniciaron conversaciones con organizaciones de los Países Bajos y Bélgica, para la consolidación y expansión de la plataforma al país vecino, que tuvieron como resultado la creación de los portales Waarnemingen.be y Observation.be.

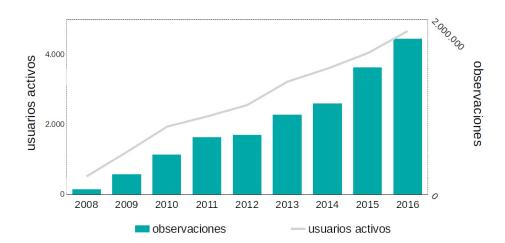
A día de hoy, el éxito a nivel local del proyecto es notable, siendo la plataforma de referencia en Holanda y Bélgica. El portal belga Waarnemingen.be cuenta actualmente con 10.300 usuarios activos y más de 26 millones de observaciones de 20.000 especies, y su equivalente holandés, Waarneming.nl, tiene 16.581 usuarios activos y más de 50 millones de observaciones de 22.000 especies. Las páginas Waarnemingen.be y Waarneming.nl cuentan con una enorme actividad; la media de número de observaciones por usuario y año de estos portales es 478 y 418 respectivamente para 2016.

Tras la solicitud de miles de usuarios extranjeros de una versión internacional de la plataforma, se creó en 2008 el portal Observado.org (Observation.org en inglés), donde se empezaron a registrar las observaciones realizadas en el resto del mundo.

EXPANSIÓN: DE OBSERVADO.ORG A OBSERVADO.ES

Tras 14 años de existencia, la original idea del holandés de Vries se ha extendido internacionalmente, y se ha convertido en plataforma de ciencia ciudadana, destacada a nivel mundial, con 86 millones de observaciones de 22.000 especies.

Ilustración 2: Número de usuarios activos y observaciones introducidas por los mismos anualmente en Observado. org. Fuente: http://observation.org/statistiek.php



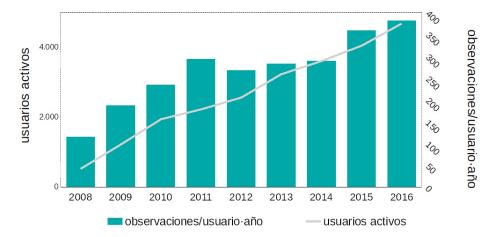


Ilustración 3: Media de observaciones aportadas por usuario y año, en relación al número de usuarios de Observado. org. Fuente: http://observation.org/statistiek.php

El número de usuarios activos que aportan datos con regularidad crece de manera lineal desde 2008, superando en 2017 los 5.000 usuarios activos. Paralelamente, la actividad anual de los usuarios también ha aumentado, especialmente a partir de 2015, año en el cual empezaron a funcionar varios portales nacionales fuera de Países Bajos y Bélgica. Coincidiendo con un esfuerzo de apertura y colaboración internacional, comienzan a incorporarse al portal usuarios del resto del mundo, que incluyen observaciones de sus salidas al campo durante todo el año.

La actividad de los usuarios que participan en el portal es un importante indicador del grado de madurez del proyecto, complementario del número de observaciones o usuarios. Hasta el año 2015 la media anual de observaciones por usuario en Observado.org (Ilustración 3) ha sido siempre menor a 300; sin embargo, a partir de 2015, este valor supera los 350, y muestra de nuevo una tendencia ascendente. Habría que analizar la actividad por tipo de usuario para poder comparar estos valores con los portales belga y holandés, y establecer las posibles causas de este aumento. Es probable que, hasta 2015, el grueso de las aportaciones la realizasen holandeses y belgas durante sus vacaciones en el extranjero, estancias cortas con unas 200 observaciones, introduciendo el resto del año las observaciones en sus portales regionales —no incluidos en los datos de la plataforma internacional—.

Otro elemento que incide positivamente en el aumento de la media de observaciones anuales por usuario es la incorporación a la base de datos de las observaciones antiguas;

los nuevos usuarios suelen registrar todo el contenido anterior de sus cuadernos de campo en la plataforma, aumentando temporalmente la cantidad de observaciones introducidas.

OBSERVADO.ES

En 2015 creció la popularidad de la plataforma Observado.org en España, y se crea Observado.es, que permite realizar consultas sólo del territorio español. A principios de 2016 contaba con poco más de 150 usuarios activos, superando en 2017 los 1.500 usuarios. Con 1.200.000 observaciones, aporta actualmente el 12,9% del total de observaciones de Observado.org, y es el portal regional que más aporta al portal internacional.

Durante el año 2017 diversas asociaciones naturalistas españolas han mostrado su interés hacia Observado.es, se extiende su uso entre aficionados y profesionales, y la plataforma empieza a ser citada como herramienta recomendada en diversos censos, muestreos y actividades de observación de biodiversidad.

CONTROL DE CALIDAD

Para preservar la calidad de los datos recogidos en la plataforma, un doble sistema de verificación procura detectar en la medida de lo posible la introducción de errores.

En un primer filtro, un sistema automático detecta aquellas observaciones susceptibles de ser validadas automáticamente, ya sea porque haya observaciones similares ya validadas en el mismo área, o el observador tenga observaciones previamente validadas de la misma especie.

En un segundo filtro, más de 1.000 revisores voluntarios se encargan de verificar las observaciones introducidas por los usuarios, si no todas al menos las más destacadas, tratando de localizar posibles errores de identificación o de introducción de datos.

Como consecuencia de su crecimiento, el volumen de datos recogidos, y el esfuerzo para mantener la calidad de los mismos, la IUCN ha reconocido Observado.org como una importante fuente de información para la elaboración de sus listas rojas, recomendando su utilización en todos los grupos de especies (Hochkirch *et al.*, 2016).

A día de hoy, Observado.org es el socio más activo del portal EuroBirdPortal, que reúne datos de observación de aves de toda Europa, aportando 8,8 millones de registros en 2015 para Países Bajos y Bélgica, según datos del propio portal (Gargallo, comunicación personal).

TOMA DE DATOS CON OBSMAPP: TRANSECTOS Y MUESTREOS

Revolución móvil

Observado.org ha funcionado desde sus inicios como un portal Web en el que se pueden introducir observaciones a través un formulario sencillo. Los usuarios anotan los datos en sus cuadernos de campo, y al llegar a casa vuelcan los datos uno a uno, o de manera masiva mediante ficheros tabulados. Esta forma de introducir datos en la plataforma, aunque tediosa, sigue estando disponible en Observado.org; sin embargo,

está quedando en desuso tras la aparición de nuevas tecnologías que permiten agilizar todo el proceso.

La irrupción de los "smartphones" en la vida cotidiana, con sensores GPS, acceso a Internet, reconocimiento de voz, y una notable capacidad de cálculo y almacenamiento, pone a disposición de cualquiera una tecnología que facilita enormemente la toma de datos en campo, especialmente para aficionados (Vercayie y Herremans, 2016). Aprovechando esta oportunidad, Observado.org desarrolló la aplicación móvil ObsMapp para dispositivos con sistema operativo Android, a través de la cual se introducen actualmente el 40% de las observaciones. Paralelamente, se desarrolló iObs para la plataforma de Apple que, con menor cuota de mercado en Europa, registra el 10% de las observaciones.

Detalle y relación entre las observaciones

Las plataformas de ciencia ciudadana, como Observado.org, se han centrado en la recopilación de observaciones, con mayor o menor detalle y relación entre ellas. Esto permite realizar análisis específicos y obtener conclusiones importantes sobre distribución y fenología de las especies, y su evolución a lo largo del tiempo. Los datos almacenados en Observado.org se han utilizado para diversos de estudios, por ejemplo, sobre la distribución de lepidópteros en Bélgica (Maes *et al.*, 2016), la migración del Cernícalo Primilla (*Falco naumanni*) en Europa Oriental (Bounas *et al.*, 2016) o el censo de Alcaudón Norteño (*Lanius excubitor*) en Flandes (Driessens, 2013).

Para la realización de análisis complejos de los datos es necesario conocer de manera detallada la relación entre las observaciones realizadas individualmente, el esfuerzo de muestreo, el recorrido exacto, la velocidad en el caso de trayectos y otras variables que no pueden ser extraídas fácilmente de los meros datos de observaciones individuales georeferenciadas. La cantidad de datos disponibles en Observado.org es asombrosa, pero el 95% de estos han sido recogidos sin ningún tipo de protocolo, y de manera fragmentada (Herremans *et al.*, 2017). Un ejemplo claro es la ausencia de observaciones de una especie en un área o fecha determinadas. La ausencia de citas de una especie no implica que no esté presente, sino que no fue detectada por un observador ocasional, que no fue anotada o, simplemente, que no había nadie observando en ese momento.

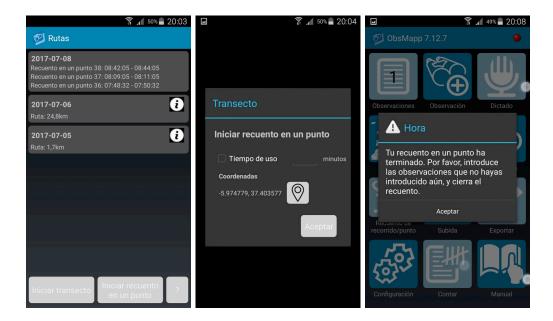
Otros portales de ciencia ciudadana intentan solventar este problema mediante listas completas de especies asociadas a lugares concretos; sin embargo, la pérdida de información es muy elevada, al no registrar datos de cada observación individual, además de aumentar el riesgo de inducir sesgo en la identificación de las especies observadas. En Observado.org se ha optado por resolver el problema aprovechando la tecnología existente.

Nuevas funcionalidades de transectos y muestreo

Por diversos motivos, un observador puede realizar un muestreo parcial, en el que no introduzca todas las observaciones de especies observadas, o no incluya todos los individuos de la misma. Esta información es clave, por lo que el observador debe caracterizar cada muestreo realizado como parcial o total antes de finalizar, especificando si se han anotado todas las especies y número de individuos de cada uno de los grupos de especies observados (Ilustración 5).

Ilustración 4: Realización de muestreo en un punto.
1.- Seleccionar "Iniciar recuento en un punto".
2.- Establecer duración y ubicación.
3.- Finalizado el muestreo se recibe un aviso para

introducir los datos que falten antes de cerrarlo.



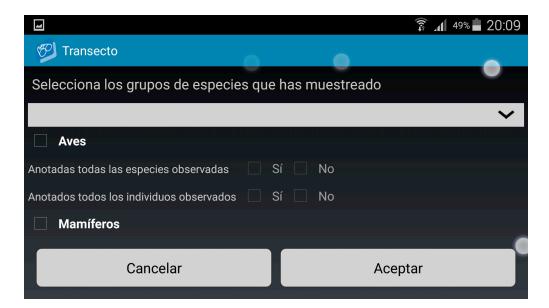


Ilustración 5: Caracterización del tipo de muestreo realizado

Ilustración 6: Censo de Chotacabras Cuellirojo (Caprimulgus ruficollis), otras aves y mamíferos La combinación de las 2 opciones para cada grupo de especie permite identificar 4 tipos de muestreos:

- » Sí + Sí = Muestreo completo: Todas las especies y todos los individuos.
- » Sí + No = Lista completa de especies: Todas las especies, no todos los individuos.
- » No + Sí = Muestreo parcial: Algunas especies, con todos los individuos de ellas (incluyendo la no detección, con observaciones a cero, de las especies objetivo).

Con este sistema de caracterización, incluso si el observador sólo incluye sistemáticamente la primera observación de cada especie observada, el criterio "tiempo hasta la primera observación" aporta información valiosa acerca de la variedad relativa de las especies.

El nuevo sistema de registro de muestreos ofrece, con alto detalle, datos de monitorización: hora de inicio y de fin, tiempo de muestreo, distancia recorrida, recorrido realizado, hábitats visitados, y todas las observaciones por grupo de especies. Esta información puede ser consultada y descargada en formato CSV o KML desde la Web. Como ejemplo práctico, se incluye el resultado (Ilustración 6) de un censo de Chota-

cabra cuellirojo (*Caprimulgus ruficollis*), incluyendo otras aves y mamíferos observados durante el transecto.

El registro del recorrido, junto con el registro de la posición de cada observación individual, aumenta las posibilidades de análisis. Al indicar la ubicación real del individuo observado, fácilmente realizable desde la propia aplicación, se aporta información que permite realizar análisis sobre la distancia de detección según las distintas especies (Herremans *et al.*, 2017).

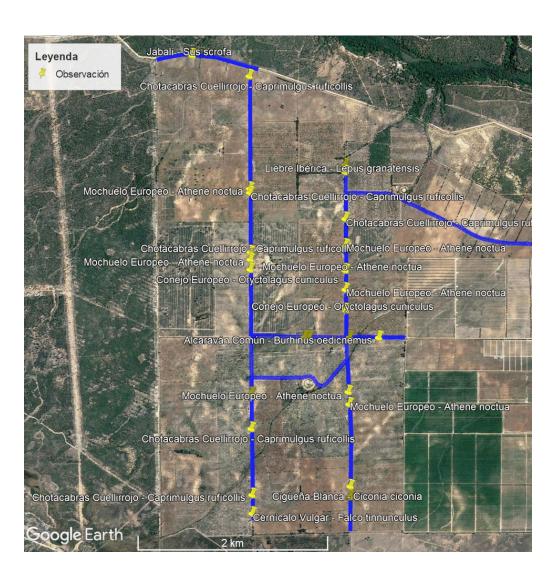


Ilustración 6: Censo de Chotacabras Cuellirojo (Caprimulgus ruficollis), otras aves y mamíferos

Como se ha podido comprobar, la mera recogida de datos ocasionales de observaciones, durante un viaje familiar o una salida de un día, produce un conjunto de datos con potencial para diversos tipos de análisis; sin embargo, la caracterización del tipo de muestreo, el registro del recorrido, y la ubicación de las observaciones individuales aportan nueva información que aumenta las posibilidades de su aprovechamiento científico. En general, con la incorporación de estas nuevas funcionalidades a las ya existentes en ObsMapp, Observado.org se consolida como una herramienta muy completa para su uso en ciencia ciudadana e, incluso, para la toma de datos en proyectos científicos.

BIBLIOGRAFÍA

- BOUNAS, A., PANUCCIO, M., EVANGELIDIS, A., SOTIROPOULOS, K., BARBOUTIS, C., 2016. The Migration of the Lesser Kestrel Falco naumanni in Eastern Europe A Ringing Recovery and Direct Observation Approach. *Acrocephalus*. 37. 49-56. 10.1515/acro-2016-0002. Disponible en: https://goo.gl/gSxNVE
- DRIESSENS, G., 2013. Klapeksters, alle schoonheid op een stokje. Wintertellingen van Klapekster in Vlaanderen. *Natuur.oriolus* 79(1): 10-18. Disponible en: https://goo. gl/MCFbBi
- HERREMANS, M., VERCAYIE, D., KWAK, A., 2017. Mobiel de route vastleggen en waarnemingen automatisch koppelen. *Natuur.oriolus*, 83 (1), 16-19. Disponible en: https://goo.gl/bxgEy6
- HOCHKIRCH, A., et al., , 2016. European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Disponible en: https://goo.gl/xeMRHv
- MAES, D., VANREUSEL, W., HERREMANS, M., VANTIEGHEM, P., BROSENS, D., GIELEN, K., BECK, O., VAN DYCK, H., DESMET, P., VLINDERWERK-GROEP NATUURPUNT, 2016. A database on the distribution of butterflies (Lepidoptera) in northern Belgium (Flanders and the Brussels Capital Region). *ZooKeys* 585: 143-156. Disponible en: https://goo.gl/R3q44L
- REDACCIÓN OVERMEERSE VOGELS (2012). Hisko de Vries, Waarneming.nl.
 Overmeerse Vogels. Junio de 2012. Disponible en: https://goo.gl/nVYSez
- VANDEGEHUCHTE, M. & MIEMBROS DEL BAHC, 2009. Zeldzame vogels in België in 2007. Natuur.oriolus, 75(4), 113-121. Disponible en: https://goo.gl/zQ5oUc
- VERCAYIE, D., HERREMANS, M., 2015. Citizen science and smartphones take roadkill monitoring to the next level. EN: Seiler A, Helldin J-O (Eds) Proceedings of