

SABUCO

REVISTA DE ESTUDIOS ALBACETENSES



INSTITUTO
DE ESTUDIOS
ALBACETENSES
Don Juan Manuel

CONSEJO DE REDACCIÓN

DIRECCIÓN

ANTONIO SELVA INIESTA

Director del Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”

SECRETARÍA DE REDACCIÓN

ALONSO VERDE LÓPEZ

CONSEJEROS

ANA TERESA MORENO ESCÁMEZ

DOMINGO BLANCO SIDERA

JULIÁN DE MORA MORENO

JOSÉ FAJARDO RODRÍGUEZ

PABLO FERRANDIS GOTOR

JOSÉ GÓMEZ NAVARRO

JORGE DE LAS HERAS IBÁÑEZ

JOSÉ MARÍA HERRANZ SANZ

JUAN PICAZO TALAVERA

DAVID SANZ MARTÍNEZ

ARTURO VALDÉS FRANZI

Editor científico:

Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”
de la Excma. Diputación de Albacete

Dirección y administración:

Callejón de las Monjas, s/n. 02005 Albacete

Dirección postal:

Apartado de correos 404 - 0208 Albacete

Dirección electrónica:

sabuco@iealbacetenses.com

Dirección electrónica para el prontuario:

prontuariosabuco@iealbacetenses.com

Canje:

Con todas las revistas científicas y culturales que lo soliciten

Publicada cada diciembre con periodicidad anual

SABUCO, no se responsabiliza ni identifica necesariamente con los juicios y opiniones que sus colaboradores exponen en el uso de su plena libertad intelectual.

SABUCO

REVISTA DE ESTUDIOS ALBACETENSES

NÚMERO 18 DICIEMBRE 2024



DIPUTACIÓN DE ALBACETE

EXCELENTÍSIMA DIPUTACIÓN DE ALBACETE



Foto portada: Rosa foetida var. persiana (Lem) Rehder
Imagen: José Luis Escobar

INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES «DON JUAN MANUEL»
EXCMA. DIPUTACIÓN DE ALBACETE
ADSCRITO A LA CONFEDERACIÓN ESPAÑOLA DE ESTUDIOS LOCALES. CSIC

D.L.: AB 30-2001
ISSN: 1577-2969

Maquetación e impresión: Podiprint

ARTÍCULOS

CAMBIOS AMBIENTALES Y VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR EN EL CRETÁCICO SUPERIOR DEL PREBÉTICO EXTERNO DE ALBACETE (CHINCHILLA DE MONTEARAGÓN)

ENVIRONMENTAL CHANGES AND SEA LEVEL VARIATIONS IN THE UPPER CRETACEOUS OF THE EXTERNAL PREBETIC OF ALBACETE (CHINCHILLA DE MONTEARAGÓN)

Matías REOLID^{1,2,}*

Mario SÁNCHEZ-GÓMEZ^{1,2}

David SANZ³

Recibido: 2 de mayo de 2024

Aprobado: 25 de septiembre de 2024

Cómo citar este artículo:

Reolid, M, Sánchez-Gómez, M. y Sanz, D. (2024). Cambios ambientales y variaciones del nivel del mar en el Cretácico Superior del Prebético Externo de Albacete (Chinchilla de Montearagón). *Sabuco*, 18: 5-22. http://doi.org/10.37927/sabuco.18_1

RESUMEN

Las rocas sedimentarias del Cenomaniense (Cretácico Superior) del Prebético Externo (Cordillera Bética) en el área de la Sierra de Montearagón-Carcelén (provincia de Albacete, SE España) registran la transgresión marina con inundación de ambientes continentales (arenas de facies Utrillas), y la instalación de una plataforma carbonatada somera. La superficie transgresiva aparece densamente colonizada por estructuras producidas por formas infaunales que se registran como ichnofacies de Glossifungites (ichnogéneros *Gastrochaenolites* y *Glossifungites*) que indican una parada en la sedimentación, erosión y posterior colonización de un sustrato endurecido tipo firmground. Los primeros depósitos fueron una barra de calcarenitas de entre 2 y 11 m de espesor, con megaestratificación cruzada que indica condiciones de alta energía en un ambiente de plataforma carbonatada poco profunda. El registro de la ichnofacies de Rosselia (ichnogéneros *Rosselia* y *Ophiomorpha*) confirma la existencia de un fondo arenoso inestable bajo condiciones de alta energía durante el depósito de la barra calcarenítica. La sucesión estratigráfica continua con una serie car-

1 Departamento de Geología, Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas sn, 23071 Jaén.

2 CEACTEMA, Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas sn, 23071 Jaén.

3 Departamento de Geología e Ingeniería de Minas, Universidad Castilla-La Mancha, Escuela Politécnica de Cuenca, Pozuelo SN, 16071 Cuenca.

* Dirección para correspondencia: mreolid@ujaen.es

bonatada dispuesta en secuencias deposicionales constituidas a la base por calizas margosas laminadas de ambiente subtidal a las que siguen calizas con densos entramados de rizolitos formados en ambientes intermareales con desarrollo de manglares. Estas secuencias de somerización se ven interrumpidas localmente por niveles con acumulaciones densas de conchas desarticuladas de bivalvos relacionadas con episodios de alta energía. Estos materiales coinciden con una excursión negativa del $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ que podría indicar una perturbación climática. Las sucesivas secuencias sedimentarias de somerización se repitieron gracias a la subsidencia de este área que constituyó un depocentro controlado tectónicamente con mayor subsidencia en el sector sur de la Sierra de Montearagón-Carcelén. La subsidencia diferencial, evidenciada por el incremento de espesor de los materiales hacia el sur del área de estudio, indica la actividad de fallas lítricas que controlaron el basculamiento de la cuenca. Este es el primer estudio detallado de la transgresión cenomaniense en el Prebético Externo y el primer registro del desarrollo de manglares de extensión kilométrica en esta área próxima a las áreas emergidas del sureste de Iberia.

Palabras clave: microfacies, icnología, icnofacies de Glossifungites, secuencias deposicionales, Cenomaniense.

ABSTRACT

The Cenomanian sedimentary rocks of the External Prebetic (Betic Cordillera) in the area of Sierra de Montearagón-Carcelén (SE Spain) record the transgression and flooding of the continental environments and the subsequent development of an inner, shallow carbonate platform. The transgressive surface is densely colonized by infaunal trace makers of Glossifungites ichnofacies (*Gastrochaenolites* and *Glossifungites*) that indicate sediment starvation and erosion as well as colonization of a firmground. The first deposits were a thick calcarenitic bar (2 to 11 m) with megacross-bedding pointing to high energy environment in a shallow carbonate platform. The record of *Rosselia* ichnofacies (*Rosselia* and *Ophiomorpha*) confirms an unstable sandy bottom under high energy conditions. The overlying stratigraphic succession is characterized by subtidal laminated marly limestones and intertidal limestones with rizoliths interpreted as a mangrove swamp environment. These facies are organized in shallowing-upwards sedimentary sequences. An episodic high energy event is represented by bivalve-rich limestones representing shells lags of disarticulated valves. This facies could be related to a climatic perturbation evidenced by a negative excursion of $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$. The successive shallowing-upwards sedimentary sequences persisted thanks

to subsidence related to the tectonic-controlled depocenters located in the south of the basin (listric faults). This is the first report of the Cenomanian transgression in this sector of the External Prebetic and the first record of the very extended mangrove swamp that developed close to the emerged land.

Keywords: microfacies, ichnology, Glossifungites ichnofacies, sedimentary sequences, Cenomanian.

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos, principalmente aquellos ubicados en zonas costeras, se ven actualmente en peligro debido al cambio climático y la consecuente subida del nivel del mar aparejada al ascenso de las temperaturas. Por este motivo, existe un creciente interés en la sociedad por los cambios ambientales que puedan ocurrir en un futuro próximo, lo que justifica el interés por el estudio de los cambios ambientales que ocurrieron en el pasado, que se encuentran registrados en las rocas sedimentarias.

El Cenomaniense superior (Cretácico superior, hace entre 110,5 y 93,9 Ma según Cohen *et al.*, 2013), fue un intervalo caracterizado por una perturbación del ciclo del carbono (Schlanger *et al.*, 1987; Kuypers *et al.*, 2002; Erba, 2004; Jarvis *et al.*, 2011; Pogge von Strandmann *et al.*, 2013) que conllevó importantes cambios paleoceanográficos y paleoclimáticos que desembocaron en un evento de calentamiento global (Huber *et al.*, 2002; Norris *et al.*, 2002; Bornemann *et al.*, 2008; Tsandev y Slomp, 2009; Monteiro *et al.*, 2012; Pogge von Strandmann *et al.*, 2013; Aguado *et al.*, 2016). Asociado con estos cambios ambientales se produjo un evento de anoxia en el fondo oceánico que se extendió por la mayor parte de los mares cretácicos (Jarvis *et al.*, 1988; Sarmiento *et al.*, 1988; Erbacher *et al.*, 2001; Handoh y Lenton, 2003; Scopelliti *et al.*, 2004; Tsandev y Slomp, 2009; Reolid *et al.*, 2015; Aguado *et al.*, 2016), incluido el Mar del Tethys en su paleomargen del sur de Iberia (Reolid *et al.*, 2016; Rodríguez-Tovar *et al.*, 2020). En este paleomargen, representado actualmente por los materiales que constituyen las Zonas Externas de la Cordillera Bética, se han identificado materiales ricos en materia orgánica típicos de este evento anóxico (Sánchez-Quiñón *et al.*, 2010; Rodríguez-Tovar *et al.*, 2009, 2020; Reolid *et al.*, 2016). Sin embargo, la mayor parte de los trabajos que analizan este evento se centran en facies de ambientes distales, mientras que en áreas que representan ambientes cercanos a la costa, como es el caso de Chinchilla de Montearagón, los estudios son realmente escasos (Arias *et al.*, 1979, 1982).

El estudio de los materiales de la sierra de Montearagón-Carcelén ayudará a conocer como fue el impacto de estos cambios ambientales en áreas

poco profundas cercanas a la costa, en las que no existen depósitos anóxicos, pero que, en cambio, dada la poca profundidad, debieron traducirse en modificaciones sustanciales en la sedimentación y la posición de la línea de costa. Algo que en la actualidad tiene un gran interés dado que este tipo de variaciones del nivel del mar, ligadas al cambio climático, tienen un gran impacto económico y social.

Así, el objetivo de este trabajo es (1) la caracterización e interpretación de la inundación marina que acontece en el Cenomaniense (Cretácico superior) y que queda registrada en el área de Chinchilla de Montearagón por el paso de depósitos fluvio-deltaicos a depósitos marinos de plataforma, y (2) el estudio de la evolución de esta plataforma marina y sus subambientes como reflejo de las fluctuaciones climáticas y del nivel del mar.

1.1. Contexto geológico

Este trabajo se ha centrado en el estudio de los materiales carbonatados de la sierra de Chinchilla de Montearagón-Carcelén (fig. 1), localizada al este de la ciudad de Albacete. Desde el punto de vista geológico, el área objeto de estudio se ubica en el Prebético Externo, parte más septentrional de las Zonas Externas de la Cordillera Bética. El Paleomargen Sudibérico, representado por las Zonas Externas de la Cordillera Bética, evolucionó durante el Mesozoico como un margen transtensivo, en el que la sedimentación estuvo controlada por factores eustáticos, tectónicos, sedimentarios y climáticos. Las etapas de fragmentación a lo largo del Jurásico y Cretácico, junto con los cambios regionales del nivel del mar y los cambios en la velocidad de sedimentación, dieron lugar a discontinuidades estratigráficas mayores, que han quedado registradas en las series estratigráficas de los márgenes del extremo occidental del Tethys. La historia cretácica del Prebético Externo corresponde a la evolución de un paleomargen con ambientes someros e incluso continentales.

El Prebético Externo en el área de Chinchilla de Montearagón (fig. 2), está compuesto por una sucesión estratigráfica de aproximadamente 240 m. El Cretácico inferior, que aflora mejor hacia sectores meridionales donde existe un mayor espesor y una menor incidencia de las lagunas estratigráficas, se inicia con unos 20 m de arcillas y arenas versicolores con calcarenitas pisolíticas con algas que indican un ambiente continental durante el Barremiense temprano. Estos materiales son discordantes sobre las calizas jurásicas (kimmeridgienses).

Sobre estos materiales se encuentran, fundamentalmente en el área de Chinchilla de Montearagón, unas calizas con carofitas de hasta 80 m de espesor que se acuñan rápidamente hacia el este. Estos materiales indican ambientes salobres para el Barremiense medio y tardío.

A continuación, se encuentran unos 65 m de arenas y dolomías arenosas con laminaciones tractivas y restos fósiles que indican un ambiente marino muy poco profundo de edad Aptiense.

Seguidamente, aparece un intervalo de lutitas rojas (arcillas versicolores) al que siguen un centenar de metros de arenas con estratificación cruzada identificadas como facies Utrillas, que incluyen desde el Aptiense terminal al Cenomaniense inferior (IGME, 1981) y que representan ambientes fluvio-deltaicos (fig. 3).

A continuación, se encuentra una serie carbonatada (aprox. 70 m) de facies de plataforma somera compuesta por calcarenitas con estratificaciones cruzadas, con niveles fosilíferos de acumulaciones de bivalvos y bancos compuestos por densos entramados de rizolitos. Estos depósitos son fundamentalmente del Cenomaniense superior y son el objeto de estudio de este trabajo. El objetivo de este estudio es el análisis del tránsito entre los materiales fluviales de las facies Utrillas a las facies marinas durante el Cenomaniense inferior-medio, así como determinar los distintos tipos de facies marino someras que se desarrollaron con la instalación de la plataforma marina como respuesta a los cambios del nivel del mar.

Se han estudiado cinco secciones (fig. 1): Castillo (38°55'15"N, 1°43'45"W), Fuente de la Raya (38°55'27"N, 1°43'02"W), El Tejar (38°55'53"N, 1°43'02"W), El Morrón (38°56'16"N, 1°42'58"W) y Mirador Banderas (38°56'3"N, 1°40'45"W).



Figura 1. Localización de las secciones estratigráficas estudiadas. 1 Castillo, 2 Fuente de la Raya, 3 El Tejar, 4 El Morrón, 5 Mirador.

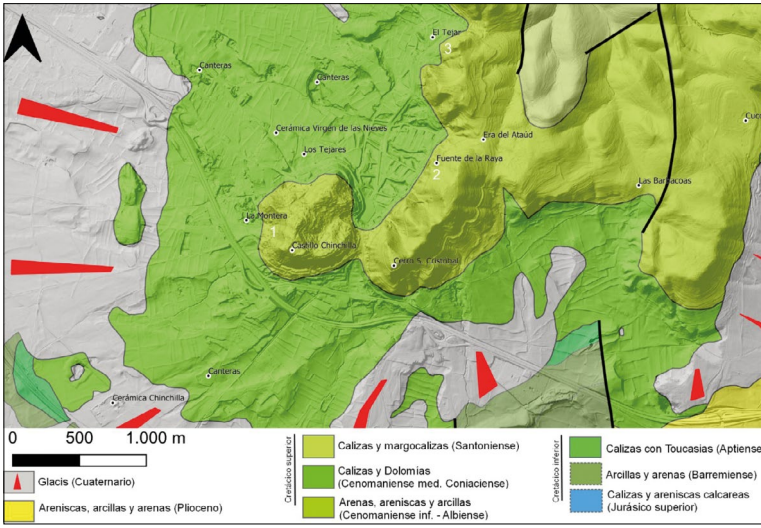


Figura 2. Mapa geológico esquemático de la zona de estudio (modificado de Sanz *et al.*, 2022). En este mapa del área más próxima a Chinchilla de Montearagón se indican los afloramientos de Castillo (1), Fuente de la Raya (2) y El Tejar (3).

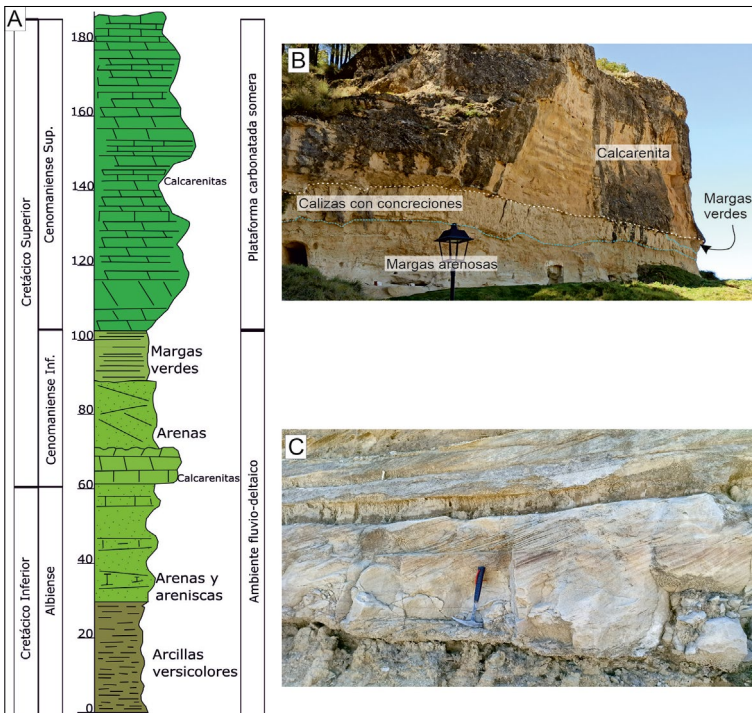


Figura 3. Columna estratigráfica general del Cretácico de Chinchilla de Montearagón y ejemplos de las arenas de facies Utrillas (imagen inferior) y las calizas estudiadas en este trabajo (foto superior). Los materiales estudiados en este trabajo son los que aparecen sobre las margas verdes.

2. MÉTODOS

El trabajo ha consistido en el levantamiento de una columna estratigráfica de detalle al pie del castillo de Chinchilla con un estudio minucioso estrato-a-estrato resultando en un total de 68 m de espesor con la correspondiente medida de la estratificación, descripción de estructuras sedimentarias y rasgos icnológicos, así como la toma de muestras. Se han levantado otras cuatro secciones hacia el norte y oeste centradas básicamente en el tramo inferior de la sucesión sedimentaria (Fuente de la Raya, El Tejar, El Morrón, y Mirador Banderas). Estas series han resultado complementarias para observar cambios laterales de facies y espesores de los sedimentos. En el propio afloramiento se ha prestado especial atención a las superficies de discontinuidad, así como a los materiales que limitan en el propio afloramiento, con la descripción de estructuras sedimentarias tales como estratificaciones y laminaciones cruzadas, superficies erosivas, paleosuelos, y trazas fósiles como bioturbaciones y perforaciones. Sobre estas últimas se ha realizado un minucioso análisis icnológico.

Se han preparado un total de 40 láminas delgadas para el estudio de microfacies en el microscopio petrográfico, permitiendo la clasificación textural de las rocas. Además, se han preparado dos secciones pulidas para la observación de aspectos texturales.

Dada la monotonía de los materiales tanto a nivel de facies en el afloramiento, como de microfacies, el análisis geoquímico se ha centrado en el estudio isotópico de la sección estratigráfica levantada en la ladera oeste del Castillo de Chinchilla. El estudio isotópico ha consistido en el análisis del $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ de 44 muestras. Para este estudio, la muestra se hizo reaccionar de forma automatizada tras un calentamiento a 73°C en un dispositivo (Kiel Carbonate Device III) acoplado directamente a la entrada de un espectrómetro de masas con relación de gases Thermo Fisher MAT-252 del Centro Científico Tecnológico de la Universidad de Barcelona. Las relaciones isotópicas se han descrito en notación por mil (‰) respecto al estándar de referencia Viena Pee Dee Belemnite (VPDB). Los valores fueron calibrados utilizando el estándar internacional NBS-18 ($\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}} = -5,10\text{‰}$ y $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}} = -23,20\text{‰}$) y el estándar interno del laboratorio RC-1 ($\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}} = +2,83\text{‰}$ y $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}} = -2,08\text{‰}$), trazable al estándar internacional NBS-19. La precisión analítica fue monitoreada mediante análisis diarios de los patrones NBS de carbonato en polvo (+1,95‰ VPDB). La precisión medida se mantuvo por encima de 0,03‰ para $\delta^{13}\text{C}$ y 0,06‰ para $\delta^{18}\text{O}$.

3. RESULTADOS

3.1. Litofacias

Los materiales estudiados, se disponen sobre una serie siliciclástica de facies fluvio-deltaicas compuesta principalmente de arcillas versicolores y areniscas con estratificación cruzada, las denominadas facies Utrillas, de edad Albiense a Cenomaniense inferior. Los materiales estudiados constituyen una serie carbonatada perteneciente al Cenomaniense medio y superior, y posiblemente parte del Turoniense. El intervalo estratigráfico en el que se produce el tránsito entre ambos materiales se compone de:

1. Un nivel de margas verdes de aproximadamente 40 cm, que se dispone sobre las arenas con estratificación cruzada.
2. Un nivel carbonatado de espesor variable entre 20 y 110 cm, con numerosas concreciones.
3. Un segundo nivel de margas verde-amarillentas, de espesor variable que puede alcanzar los 80 cm y que lateralmente se acuña hasta desaparecer
4. Banco de calcarenitas de espesor variable entre 2 y 11 m, con megaestratificación cruzada y numerosas trazas fósiles.

El banco calcarenítico y los materiales subyacentes (margas verdes y nivel carbonatado con concreciones) son ligeramente discordantes entre sí, con los materiales subyacentes acuñándose lateralmente (figs. 3 y 4). El contacto entre las margas verdes y las calcarenitas es una superficie con alta densidad de perforaciones. Las microfacies de la calcarenita son principalmente packstones and grainstones de peloides y lumps peloidales, con presencia de granos de cuarzo, escasos bioclastos y abundante porosidad.

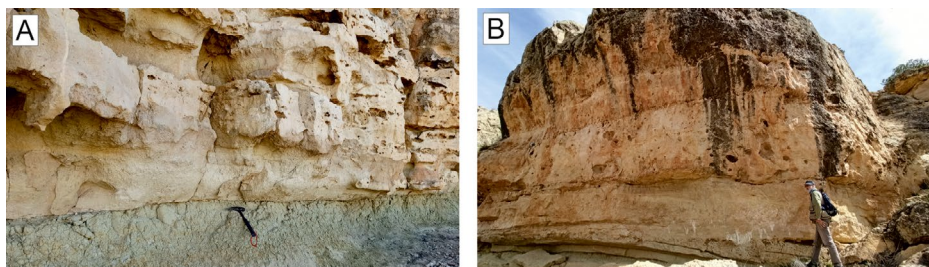


Figura 4. Barra calcarenítica del inicio de la secuencia. A. Barra calcarenítica depositada sobre las margas verdes en la sección Castillo. B. Barra calcarenítica dispuesta sobre las margas verdes en la sección El Tejar, en la que se observa la estratificación cruzada a muro.

Sobre el potente tramo calcarenítico se disponen secuencias de escala métrica compuestas por bancos con una base laminada que pasan hacia te-

cho a bancos más carbonatados con una concentración muy alta de rizocreaciones (Figs. 5 y 6). En total se han registrado 12 secuencias finalizadas en bancos con rizocreaciones, el más potente de ellos (CW-28) alcanza 4.5 m de espesor. La potencia total de este tramo es de 46 m. Las microfácies son principalmente mudstones y wackestones de peloides, presentando laminación fina en la parte inferior de la secuencia mientras que hacia techo desaparece la laminación y se incrementa la porosidad relacionada con la presencia de fenestras, llegando a ser una porosidad muy alta. La presencia de fósiles de invertebrados es muy escasa, limitándose a algún ostreido aislado observable en el afloramiento en las secuencias deposicionales más bajas.

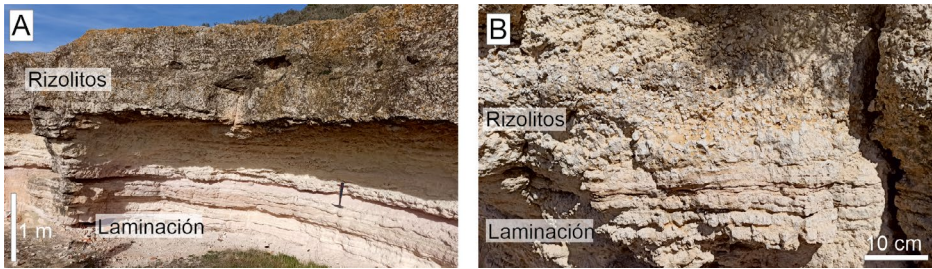


Figura 5. Secuencias deposicionales con litofácies laminadas a muro y lechos de rizolitos a techo. Ejemplos de la sección Castillo.

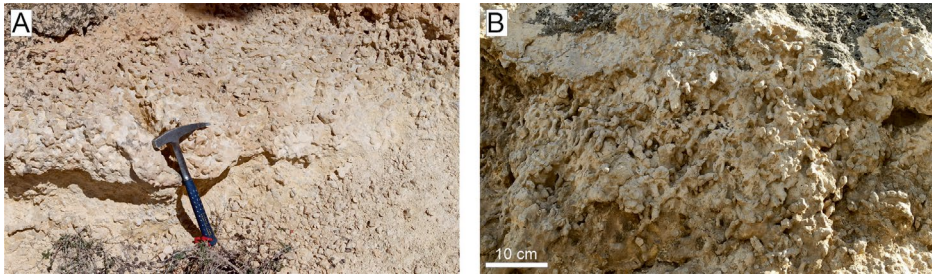


Figura 6. Detalles de las facies con rizolitos en la sección Castillo, que componen la parte superior de las secuencias deposicionales a nivel de afloramiento.

En la sección del Castillo aparecen varios niveles carbonatados compuestos por una alta concentración de conchas desarticuladas de bivalvos, siendo en total alrededor de un metro (Fig. 7). Las conchas (< 2 cm) aparecen mayoritariamente convexas hacia techo y muestran un alto grado de cementación. Las microfácies son un packstone-grainstone de conchas de bivalvos con una matriz con abundantes, peloides, lumps y ooides incipientes (fig. 8). Bajo las conchas quedan huecos que en ocasiones se han rellenado de calcita esparítica. Algunos horizontes presentan disolución de las conchas de bivalvos, en ocasiones quedando como porosidad móldica.

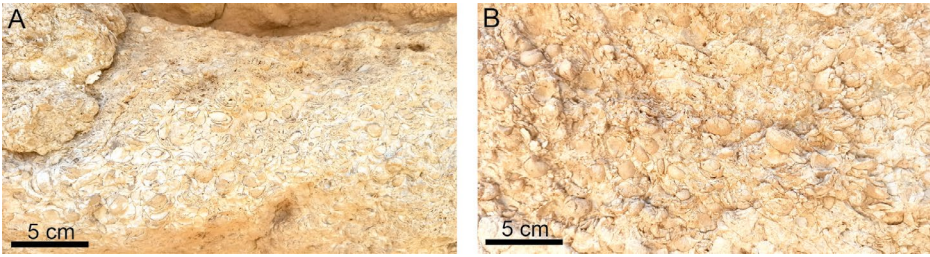


Figura 7. Detalles de las acumulaciones de conchas desarticuladas de bivalvos de la sección Castillo.

Por encima del intervalo estratigráfico estudiado aparecen 20 metros de calizas que se encuentran recristalizadas (parcialmente dolomitizadas) y presentan abundantes carniolas. Este tramo no ha sido estudiado porque las texturas originales no se conservan en ninguno de los afloramientos. No obstante, parece mantenerse la organización sedimentaria en secuencias deposicionales que a techo presentan rizocreciones.

La continuidad lateral de los bancos con facies de rizolitos es de centenares de metros, y la del banco calcarenítico basal de más de 4,5 km. Tanto la potencia del banco calcarenítico como la de la serie en general se reduce de sur a norte con 68 m de espesor en el castillo de Chinchilla de Montearagón y poco más de una decena de metros hacia el norte (sección de El Morrón).

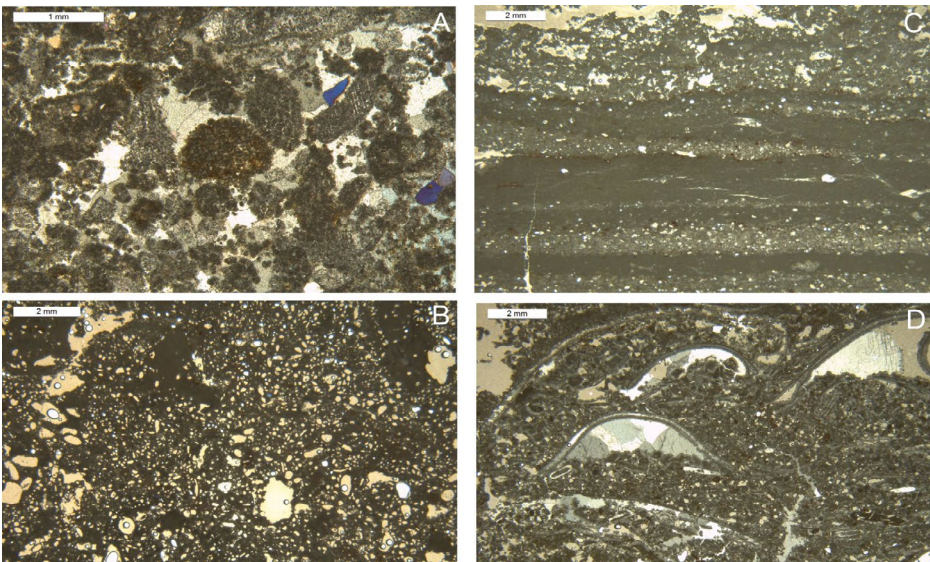


Figura 8. Microfacies. A. Packstone-grainstone de peloides y lumps peloidales del banco calcarenítico basal. B. Mudstone con alta porosidad fenestral de las litofacies con rizolitos. C. Mudstone laminado con alternancia de láminas micríticas no porosas y láminas porosas con diferente contenido de fenestras procedente de las litofacies laminadas. D. Grainstone de peloides y conchas de bivalvos desarticuladas procedente de los bancos con lumaquelas.

3.2. Trazas fósiles

La parte inferior de la sucesión estratigráfica estudiada presenta una densidad muy alta de trazas fósiles (fig. 9). Más concretamente, el contacto entre las margas verdes y las calcarenitas es una superficie densamente colonizada con las ichnoespecies: *Gastrochaenolites torpedo*, *Gastrochaenolites ornatus*, *Glossifungites saxicava*, y *Caulostrepsis* isp. Estas trazas penetran en las margas verdes y están rellenas del sedimento calcarenítico suprayacente. Teniendo en cuenta que la marga verde tiene una menor resistencia a la erosión, la superficie de muro del banco calcarenítico está muy bien expuesta en algunos de los afloramientos como Fuente de la Raya y El Tejar, permitiendo ver las trazas fósiles con una preservación espectacular. Este tipo de trazas corresponden a la ichnofacies de *Glossifungites*. El afloramiento de Fuente de la Raya (Fig. 9), por su buena exposición y el carácter singular de las trazas fósiles, bien merecería una figura de protección.

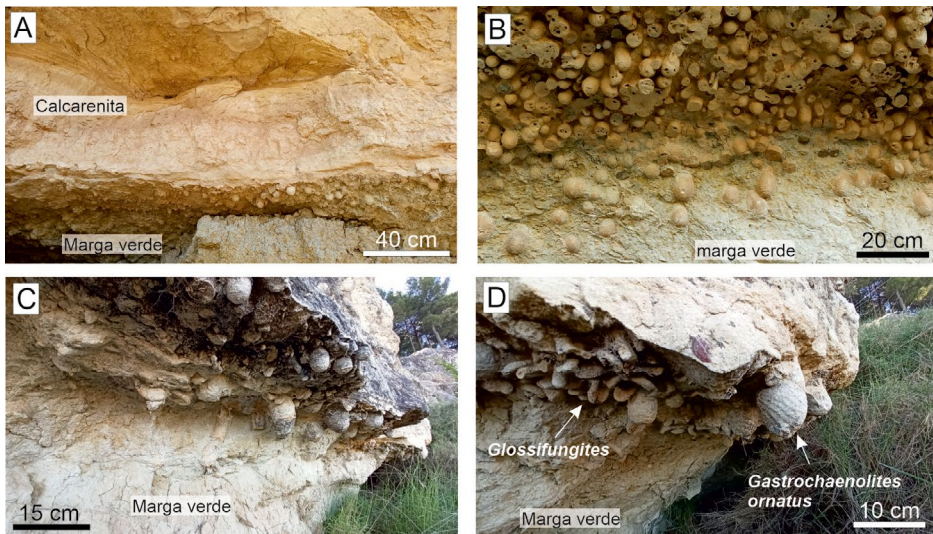


Figura 9. Superficie de muro de la calcarenita que presenta el relleno de trazas fósiles y perforaciones que penetran en la marga verde infrayacente con una ichnofacies de *Glossifungites* (secciones de Fuente de la Raya y El Tejar). Observar la preservación de estrías características de *Gastrochaenolites torpedo* en la foto D.

El resto del banco calcarenítico presenta una asociación de trazas fósiles muy diferente con numerosas trazas de *Rosselia socialis* y secundariamente de *Ophiomorpha nodosa*. Así, el banco calcarenítico correspondería a una ichnofacies de *Cruziana*.

Las secuencias sedimentarias que aparecen depositadas sobre el banco calcarenítico carecen de trazas fósiles de invertebrados, salvo por el registro de alguna traza similar a *Planolites*. Las principales trazas fósiles corres-

ponden a raíces de vegetales constituyendo rizolitos que se disponen en bancos carbonatados principalmente a techo de las secuencias. Los rizolitos suelen presentar una cementación carbonatada mayor que la matriz entre las trazas.

3.3. Geoquímica isotópica

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ tomados en muestra total presentan un valor promedio de $-0,42\text{ ‰}$ (variando entre $1,20$ y $-4,02\text{ ‰}$). Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ muestran algunas fuertes variaciones con una importante excursión negativa de $-2,44\text{ ‰}$ en el nivel CW-25 coincidente con el banco compuesto por la lumaquela de bivalvos, y otra de $-4,47\text{ ‰}$ en el nivel CW-38 correspondiente a un banco con rizolitos en la parte superior del intervalo estratigráfico estudiado (Fig. 10).

Respecto a los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en muestra total, éstos presentan un promedio de $-0,07\text{ ‰}$ (variando entre $0,79$ y $-3,98\text{ ‰}$). Se registran dos excursiones negativas principales entre los niveles CW-23 y CW-25 (niveles con lumaquelas de conchas) y en CW-38, coincidente con la excursión negativa del $\delta^{13}\text{C}$. Se ha realizado el gráfico de dispersión para los datos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$, resultando un coeficiente de determinación (R^2) de $0,414$.

CAMBIOS AMBIENTALES Y VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR EN EL CRETÁCICO SUPERIOR DEL PREBÉTICO EXTERNO DE ALBACETE (CHINCHILLA DE MONTEARAGÓN)

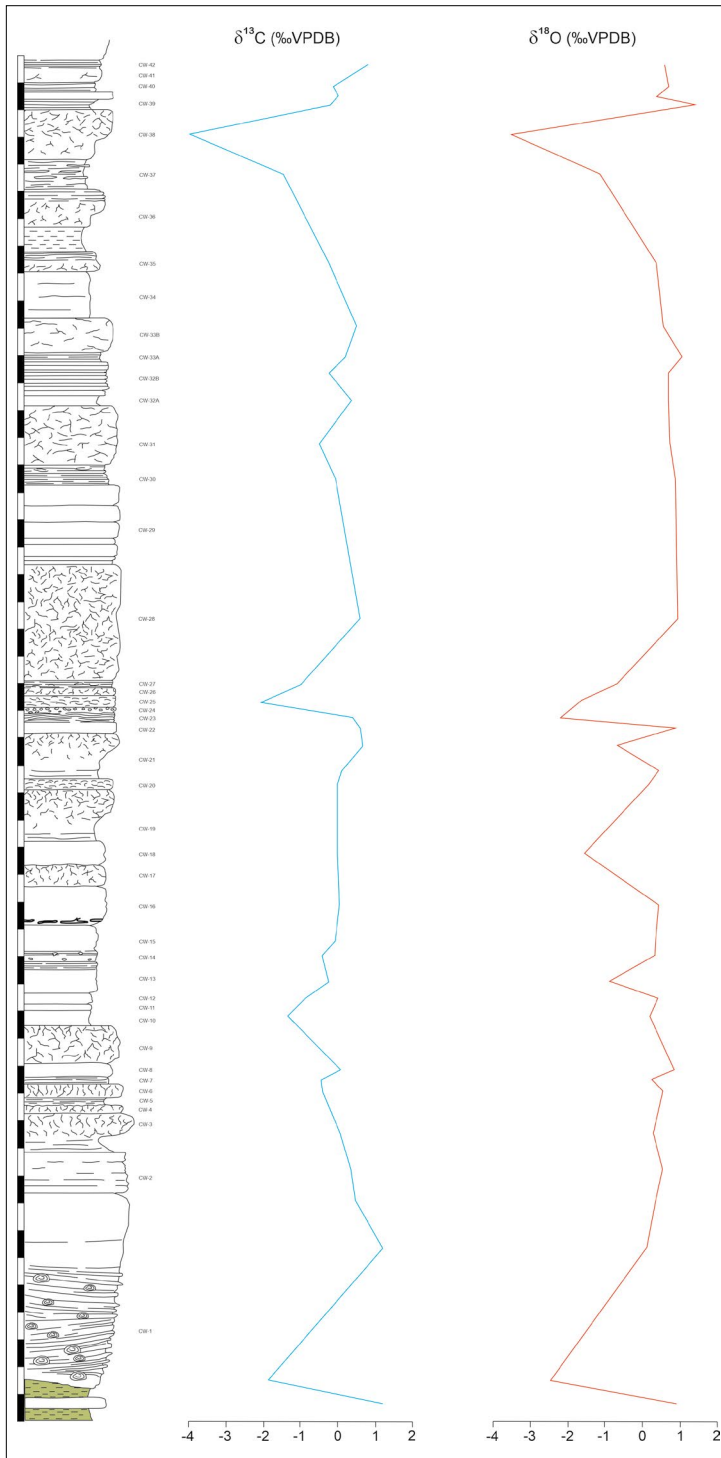


Figura 10. Columna estratigráfica de la sección Castillo y distribución de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$.

4. INTERPRETACIÓN

El análisis integrado de datos estratigráficos, sedimentológicos, ichnológicos y geoquímicos ha permitido caracterizar la evolución paleoambiental de la sucesión Cenomaniense en el Prebético Externo de Chinchilla de Montearagón.

Sobre las facies Utrillas, que representan un medio fluvial o fluvio-deltaico, se instala una plataforma carbonatada representada principalmente por el potente banco calcarenítico. El tránsito entre las facies Utrillas y la plataforma carbonatada se compone de una serie de niveles de escala métrica de margas verdes con alguna intercalación carbonatada con concreciones de origen edáfico. Las megaestratificaciones cruzadas que aparecen en el banco calcarenítico indican unas condiciones de alta energía con la formación de dunas submarinas. La abundancia de *Rosellia*, una traza de habitación típica de medios con alta energía, confirma este ambiente sedimentario.

El contacto entre las margas verdes y las calcarenitas es una superficie densamente colonizada por *Gastrochaenolites*, *Glossifungites* y *Caulostrep-sis*, trazas típicas de fondos relativamente endurecidos. Este tipo de trazas corresponden a la ichnofacies de *Glossifungites* y son indicativas de una parada en la sedimentación que conllevó una consolidación del fondo (firmground) y una colonización del mismo por parte de organismos bioturbadores/perforadores como bivalvos pholadidos (*Gastrochaenolites*), anfipodos (*Glossifungites*) y gusanos poliquetos (*Caulostrep-sis*) (Pemberton y McEachern, 2005; Marred *et al.*, 2022). La aparición de cantos blandos correspondientes a las margas verdes subyacentes en el interior de estas trazas confirma, por otro lado, cierta erosión del sustrato ligada a la transgresión. Así, la base del banco calcarenítico marca un cambio tectono-eustático de primer orden, que supone la inundación del Prebético Externo durante el Cenomaniense medio.

Sobre la calcarenita se desarrolla una secuencia repetitiva de calizas micríticas, en ocasiones finamente laminadas, sobre las que se disponen bancos relativamente potentes (entre 40 cm y 4,5 m), con denso entramado de rizolitos, interpretados como manglares fósiles. La presencia de una alta porosidad fenestral es congruente con este tipo de ambiente. La repetición de este tipo de secuencias finalizadas en niveles de rizolitos es congruente con secuencias de somerización en ambientes muy poco profundos. Ocasionalmente, aparecen densas lumaquelas de bivalvos desarticulados entre los cuales existe poco material micrítico, lo que se ha interpretado como el depósito de niveles de alta energía. Curiosamente, los valores isotópicos de estos niveles son diferentes, generalmente más bajos para $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$. Esto puede reflejar un evento climático o bien puede estar relacionado con la diferente composición isotópica del carbonato que forma las conchas de

los bivalvos respecto al sedimento predominantemente micrítico del resto de la sucesión estratigráfica. En cualquier caso, el coeficiente de determinación entre $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ ($R^2 = 0,414$) indica que los valores no tienen una relación directa entre sí, por lo que sería la señal isotópica no está alterada diagenéticamente, es decir, representa las condiciones isotópicas ambientales durante el depósito.

Aunque la continuidad lateral de los bancos carbonatados con facies de rizolitos es de centenares de metros, y la del banco calcarenítico basal de más de 4,5 km, tanto la potencia del banco calcarenítico como la de la serie estratigráfica en general, se reduce de sur a norte, con 68 m de espesor en el Castillo de Chinchilla de Montearagón y poco más de una decena de metros hacia el norte, en el afloramiento denominado El Morrón. Estas fuertes variaciones de espesor se interpretan como debidas al basculamiento de la cuenca controlado por fallas. El área más subsidente y al mismo tiempo con una mayor tasa de sedimentación sería la ubicada en el sector del castillo de Chinchilla seguida del área de la Fuente de la Raya al cerro de la emisora.

Futuras analíticas de los materiales estudiados permitirán avanzar en el conocimiento de las condiciones ambientales acontecidas en esta área durante el Cenomaniense. En el muestreo realizado con motivo del proyecto del IEA se obtuvo material para el análisis micropaleontológico de los intervalos menos carbonatados a partir de levigados. Por otro lado, se espera poder estudiar con difracción de rayos X la intercalación de margas verdes que aparece entre la facies de arenas Utrillas y las facies carbonatadas de plataforma, lo que permitirá caracterizar el ambiente sedimentario de su formación.

Finalmente, el estudio realizado constituye una contribución a la comprensión de la historia geológica y el patrimonio geológico de la provincia de Albacete, y más concretamente en la sierra de Montearagón-Carcelén.

5. CONCLUSIONES

El proyecto del Instituto de Estudios Albacetenses denominado *Cambios ambientales y variaciones del nivel del mar en el Cretácico superior del Prebético Externo de Albacete (Chinchilla de Montearagón)*, ha permitido caracterizar los procesos relacionados con un evento climático-eustático que produjo la inundación marina de los ambientes continentales de tipo fluvial representados por las facies Utrillas.

Esta transgresión marina del Cenomaniense se caracteriza por la instalación de una plataforma marina carbonatada de alta energía representada por un banco grueso de calcarenitas con estratificación cruzada. A muro de dicho banco se encuentra una marga verde que fue densamente colonizada por organismos bioturbadores y perforadores que dieron lugar a una

ichnofacies de Glossifungites, típica de superficies transgresivas en las que acontece una parada de la sedimentación.

Sobre el banco calcarenítico se desarrolla una secuencia de varias decenas de metros caracterizada por secuencias de somerización que a la base presentan calizas y calizas margosas con laminación paralela y alta porosidad, y que terminan con bancos calizos con gran abundancia de rizolitos y altísima porosidad que caracterizan la instalación de manglares. Estos niveles pueden seguirse a lo largo de cientos de metros.

La persistencia de estas secuencias deposicionales representando medios sedimentarios muy poco profundos, es posible gracias a una continuada subsidencia de la cuenca y una tasa de sedimentación relativamente alta. No obstante, los espesores tanto del banco calcarenítico transgresivo como del tramo con secuencias de somerización, es variable lateralmente y disminuye hacia el noroeste de la Sierra de Montearagón-Carcelén. La distribución de espesores apunta a la actividad de fallas normales (lítricas?) que controlarían el básculamiento de la cuenca y la subsidencia diferencial reflejada en la variación de espesores de los materiales.

El estudio de estos materiales constituye la primera descripción de los restos de manglares fósiles del Cretácico superior de esta área de Albacete, ejemplo único dentro de las Zonas Externas de la Cordillera Bética. Así, esta sucesión estratigráfica presenta un valor singular para el Patrimonio Geológico y más concretamente Paleontológico de la comunidad de Castilla-La Mancha.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto 1064463X del Instituto de Estudios Albacetenses (Diputación de Albacete). Los autores del trabajo agradecen el apoyo técnico humano proporcionado por D. Antonio Piedra (Departamento de Geología, Universidad de Jaén) en la preparación de láminas delgadas y secciones pulidas. Se agradece a J.J. Gómez-Alday y a A.T. Moreno Escámez sus aportaciones en visitas a los afloramientos durante la fase de prospección.

BIBLIOGRAFÍA

Aguado, R., Reolid, M., y Molina, E. (2016). Response of calcareous nannoplankton to the Late Cretaceous Oceanic Anoxic Event 2 at Oued Bahloul (central Tunisia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 459: 289-305.

- Arias, C., Elizaga, E., y Vilas, L. (1979). Distribución de las facies del Cretácico inferior en el SE de la provincial de Albacete. Sus relaciones. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 5: 453–470.
- Arias, C., Vilas, L., Rincón, R., García, A., Mas, J. R., Alonso, A. y Meléndez, N., (1982). *II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Cretácico de España: excursión post-coloquio: el Cretácico inferior de la Cordillera Ibérica Suroccidental*.
- Bornemann, A., Norris, R. D., Friedrich, O., Beckmann, B., Schouten, R., Sinninghe-Damste, J., Vogel, J., Hofmann, P. y Wagner, T. (2008). Isotopic evidence for glaciation during the Cretaceous super-greenhouse. *Science*, 319: 951-954.
- Erba, E. (2004). Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Marine Micropaleontology*, 52: 85-106.
- Erbacher, J., Huber, B. T., Norris, R. D. y Markey, M. (2001). Increased thermohaline stratification as a possible cause for an ocean anoxic event in the Cretaceous period. *Nature*, 409: 325-327.
- Handoh, I. C. y Lenton, T. M. (2003). Periodic mid-Cretaceous oceanic anoxic events linked by oscillations of the phosphorous and oxygen biogeochemical cycles. *Global Biogeochemical Cycles*, 17. doi:10.1029/2003GB002039.
- Huber, B. T., Norris, R. D. y McLeod, K. G. (2002). Deep-sea paleotemperature record of extreme warmth during the Cretaceous. *Geology*, 30: 123-126.
- IGME, 1981. *Chinchilla de Monte Aragón 791*. Mapa Geológico de España. 31 pp.
- Jarvis, I., Carson, G. A., Cooper, M. K. E., Hart, M. B., Leary, P. N. y Tocher, B. A. (1988). Microfossil assemblages and the Cenomanian–Turonian (late Cretaceous) oceanic anoxic event. *Cretaceous Research*, 9: 3-103.
- Jarvis, I., Lignum, J. S., Groecke, D. R., Jenkyns, H. C. y Pearce, M. A. (2011). Black shale deposition, atmospheric CO₂ drawdown, and cooling during the Cenomanian-Turonian Oceanic Anoxic Event. *Paleoceanography*, 26, PA3201.
- Kuypers, M. M. M., Pancost, R. D., Nijenhuis, I. A. y Sinninghe-Damste, J. S. (2002). Enhanced productivity led to increased organic carbon burial in the euxinic North Atlantic Basin during the late Cenomanian oceanic anoxic event. *Paleoceanography*, 17, 1051.
- Marred, M., Naimi, M. N., Djaiz, F., Kherchouche, A. y Boushaba, A. (2022). *Gastrochaenolites ornatus* Kelly and Bromley and other trace fossils on a Middle Miocene omission surface from the Aures Massif, Algeria. *Proceedings of the Geologists' Association*, 133: 218-226.
- Monteiro, F. M., Pancost, R. D., Ridwell, A. y Donnadiou, Y. (2012). Nutrients as the dominant control on the spread of anoxia and euxinia across the Cenomanian-Turonian oceanic anoxic event (OAE2): model-data comparison. *Paleoceanography*, 27, PA4209. doi:10.1029/2012PA002351.
- Norris, R. D., Bice, K. L., Magno, E. A. y Wilson, P. A. (2002). Jiggling the tropical thermostat in the Cretaceous hothouse. *Geology*, 30: 299-302.

- Pemberton, S. G. y McEachern, J. A. (2005). Significance of ichnofossils in applied stratigraphy. En: Koutsoukos, E.A. (Ed.), *Applied Stratigraphy*. Springer, pp. 281-302.
- Pogge von Strandmann, P. A. E., Jenkyns, H. C. y Woodfine, R. G. (2013). Lithium isotope evidence for enhanced weathering during Oceanic Anoxic Event 2. *Nature Geosciences*, 6: 668-672.
- Reolid, M., Sánchez-Quiñónez, C. A., Alegret, L. y Molina, E. (2015). Palaeoenvironmental turnover across the Cenomanian-Turonian transition in Oued Bahloul, Tunisia: foraminifera and geochemical proxies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 417: 491-510.
- Reolid, M., Sánchez-Quiñónez, C. A., Alegret, L. y Molina, E. (2016). The biotic crisis across the Oceanic Anoxic Event 2: palaeoenvironmental inferences based on foraminifera and geochemical proxies from the South Iberian Palaeomargin. *Cretaceous Research*, 60: 1-27.
- Rodríguez-Tovar, F. J., Uchman, A. y Martín-Algarra, A. (2009). Oceanic anoxic event at the Cenomanian-Turonian boundary interval (OAE-2): ichnological approach from the Betic Cordillera, southern Spain. *Lethaia*, 42: 407-417.
- Rodríguez-Tovar, F. J., Uchman, A., Reolid, M. y Sánchez-Quiñónez, C. A. (2020). Ichnological analysis of the Cenomanian-Turonian boundary interval in a collapsing slope setting: A case from the Rio Fardes section, southern Spain. *Cretaceous Research*, 106: 104262.
- Sánchez-Quiñónez, C. A., Alegret, L., Aguado, R., Delgado, A., Larrasoaña, J. C., Martín-Algarra, A., O'Dogherty, L. y Molina, E. (2010). Foraminíferos del tránsito Cenomaniense-Turonense en la sección de El Chorro, Cordillera Bética, sur de España. *Geogaceta*, 49: 23-26.
- Sanz, D., Sánchez-Gómez, M. y Gómez-Alday, J. J. (2022). Divulgación de la geología de la provincia de Albacete: Geología 2022 – Chinchilla de Montearagón. *Sabuco*, 16: 135-141. http://doi.org/10.37927/sabuco.16_7
- Sarmiento, J. L., Herbert, T. D. y Toggweiler, J. R. (1988). Causes of anoxia in the world ocean. *Global Biogeochemical Cycles*, 2: 115-128.
- Schlanger, S. O., Arthur, M. A., Jenkyns, H. C. y Scholle, P. A. (1987). The Cenomanian-Turonian oceanic anoxic event, I. Stratigraphy and distribution of organic-rich beds and the marine $\delta^{13}\text{C}$ excursion. *Geological Society London Special Publication*, 26: 371-399.
- Scopelliti, G., Bellanca, A., Coccioni, R., Luciani, V., Neri, R., Baudin, F., Chiari, M. y Marcucci, M. (2004). High-resolution geochemical and biotic records of the Tethyan 'Bonarelli Level' (OAE2, latest Cenomanian) from the Calabianca-Guidaloca composite section, northwestern Sicily, Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 208: 293-317.
- Tsander, I. y Slomp, C. P. 2009. Modeling phosphorous cycling and carbon burial during Cretaceous Oceanic Anoxic Events. *Earth and Planetary Science Letters*, 286: 71-79.

LAS ROSAS ANTIGUAS EN LA PROVINCIA DE ALBACETE, UN PATRIMONIO BIOCULTURAL EN RECUPERACIÓN A TRAVÉS DE CIENCIA CIUDADANA

HISTORICAL ROSES IN THE PROVINCE OF ALBACETE: A BIOCULTURAL HERITAGE UNDER RECOVERY THROUGH CITIZEN SCIENCE

Alonso VERDE^{1,3}, Diego RIVERA², José Luis ESCOBAR^{3,}, Rodrigo ROLDÁN^{1,3}, José FAJARDO^{1,3}, Arturo VALDÉS^{1,3}, Segundo RÍOS⁴, Concepción OBÓN⁵, Pedro SÁNCHEZ-GÓMEZ², José Luis CÁNOVAS², Emilio LAGUNA⁶, José R. RUIZ¹*

Recibido: 28 de agosto de 2024

Aprobado: 25 de septiembre de 2024

Cómo citar este artículo:

Verde, A., Rivera, D., Escobar, J. L., Roldán, R., Fajardo, J., Valdés, A., Ríos, S., Obón, C., Sánchez-Gómez, P., Cánovas, J.L., Laguna, E., Reyes-Ruiz, J. (2024). Las Rosas antiguas en la provincia de Albacete, un patrimonio biocultural en recuperación a través de ciencia ciudadana. *Sabuco*, 18: 23-58. http://doi.org/10.37927/sabuco.18_2

RESUMEN

Dentro de la Biodiversidad Cultural de la provincia de Albacete encontramos los elementos vegetales ornamentales domésticos que han acompañado a sus gentes. Tal es el caso de las llamadas «*rosas antiguas*». Estas rosas que llegaron a la península ibérica en épocas pasadas, hoy podemos encontrarlas en pequeñas casas de campo como cortijos o quinterías, la mayoría de ellos hoy abandonados y en ruinas. Entre los *objetivos* de este trabajo está: elaborar un inventario de las especies y variedades de «*rosas antiguas*» cultivadas en la provincia de Albacete, documentar el modelo de gestión tradicional de las especies de rosas cultivadas, así como registrar y geolocalizar

1 Grupo de Investigación en Botánica, Etnobiología, y Educación. Laboratorio de Sistemática y Etnobotánica. Instituto Botánico, UCLM, Jardín Botánico de Castilla-La Mancha, Avenida de la Mancha s/n, 02006, Albacete.

2 Departamento Botánica, Campus de Espinardo, Universidad de Murcia, Murcia, Spain.

3 Asociación de Amigos del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha. (AAJBCLM), Albacete

4 CIBIO - Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante, Alicante, Spain.

5 CIAGRO, Escuela Politécnica Superior, Universidad Miguel Hernández, Ctra. Beniel Km 3.2, 03312, Orihuela, Alicante, Spain.

6 Generalitat Valenciana, Conselleria de Medio Ambiente, Infraestructuras y Territorio. Centro para la Investigación y Experimentación Forestal (CIEF). Quart de Poblet, Valencia.

* Dirección para correspondencia: amigosbotanicoclm@gmail.com

distintas poblaciones y recolectar material vivo para elaborar esquejes con el fin de reproducir estas especies. La metodología de trabajo se fundamenta en: el trabajo de campo con prospección de jardines abandonados o en uso; revisión de fuentes bibliográficas de trabajos publicados sobre etnografía o etnobiología de la provincia y, por último, las fuentes orales. Resultados: Se han geolocalizado 12 taxones en más de 68 poblaciones de las que se ha recolectado y esquejado material vivo. Son especies de floración exclusivamente primaveral y colores bien definidos, predominando entre las amarillas: *R. foetida* Herm. y *R. foetida* var. *persiana* (Lem.) Rehder y las multipétalas de *R. hemisphaerica* var. *plena* Rehder. Entre las de color rojo destaca *R. bicolor* Jacq., que en ocasiones presenta quimeras con ramas que revierten a su ancestro amarillo (*R. foetida*). Las blancas no remontantes adscritas al complejo *R. × alba* L. Finalmente son frecuentes las rosas perfumadas de color rosa más o menos intenso con variados niveles de polipetalia del complejo *R. gallica* L., *R. × damascena* Herm. y *R. × centifolia* L. El conjunto denota un carácter antiguo anterior a la aparición de los híbridos remontantes, las rosas “Bourbon” y las rosas híbridas de té.

Palabras clave: Biodiversidad Cultural, Etnobiología, jardinería popular, rosas antiguas

ABSTRACT

Within the Cultural Biodiversity of our province we find the domestic ornamental plant elements that have accompanied our people. Such is the case of the so-called “old roses”. These roses that arrived to the Iberian Peninsula in past times, today we can find them in small country houses such as farmhouses or *quinterías*, most of them today abandoned and in ruins. Among the objectives of this work are: to elaborate an inventory of the species and varieties of “old roses” cultivated in the province of Albacete, to document the traditional management model of cultivated rose species, as well as to register and geolocate different populations and collect living material to make cuttings in order to reproduce these species. The work methodology is based on: field work with prospecting of abandoned gardens; review of bibliographic sources of published works on ethnography or ethnobiology of the province and, finally, oral sources. Results: 12 taxa have been geolocated in more than 68 populations from which live material has been collected and cuttings have been taken. They are species of exclusively spring flowering and well defined colors, predominating among the yellow ones: *R. foetida* Herm. and *R. foetida* var. *persiana* (Lem.) Rehder and the multi-petaled *R. hemisphaerica* var. *plena* Rehder. Among the red ones, *R. bicolor* Jacq. stands out, which sometimes presents *chimeras* with

branches that revert to their yellow ancestor (*R. foetida*). The non-remontant white roses belong to the complex *R. × alba* L. Finally, there are frequent perfumed roses of more or less intense pink colour with varying levels of polypetalia of the complex *R. gallica* L, *R. × damascena* Herrm. and *R. × centifolia* L. The whole denotes an ancient character prior to the appearance of the remontant hybrids, the “Bourbon” roses and the hybrid tea roses.

Keywords: Cultural Biodiversity, Ethnobiolog, old roses, popular gardening

INTRODUCCIÓN

La naturaleza también es cultura, conocimiento, señas de identidad de un grupo humano, de una comunidad. Las soluciones locales a problemas y necesidades globales; alimentación, medicina, vestimenta, enseres... Diversidad biológica trasladada a diversidad cultural, a las señas de identidad más locales, más cercanas. (Fajardo y Verde, 2021). El sistema tradicional de transmisión de los Conocimientos Tradicionales (CT) acerca de la gestión y manejo de los ecosistemas y sus recursos biológicos, ha sido la transmisión oral de generación en generación, de padres a hijos, sin embargo, desde hace unos años, este sistema se ha roto, ya no les llega a las nuevas generaciones, y por lo tanto se pierde (Blanco, 1998; Pardo de Santayana y Gómez-Peyón, 2003; Fajardo *et al.*, 2008). Por ello urge la tarea de investigar, recopilar y difundir los CT.

Son numerosas las localidades de nuestra provincia en las que aún podemos encontrar personas que desarrollan su vida en el medio rural con un modo de vida que les ha hecho depositarios de una valiosa información sobre la gestión de los recursos naturales de su entorno: aplicaciones medicinales, técnicas artesanales, formas de consumo y transformación de alimentos, gestión de los sistemas agroforestales, etc. Su forma de vida es una garantía de sostenibilidad y los CT adquiridos son una parte importante de nuestro Patrimonio Natural y Cultural, producto de la interacción entre el ser humano y los diferentes ecosistemas, cuyo resultado se traduce en una rica Biodiversidad Cultural de estas zonas rurales (Verde *et al.*, 1998a; Blanco, 2002; Pardo de Santayana y Gómez-Peyón, 2003; Rivera *et al.*, 2008; Morales *et al.*, 2011).

Una faceta importante de este modo de vida son los elementos vegetales ornamentales domésticos. Los pobladores de nuestro medio rural han ido consiguiendo y cultivando en el entorno de sus viviendas plantas diversas como bulbosas (narcisos, gladiolos, etc.), aromáticas (hierbabuena, poleos, tomillos, espliego, etc.), medicinales (sabuco, hoja callera, etc.), geranios, lileros y rosas que, todavía hoy, podemos encontrar alrededor de pequeños

cortijos serranos, quinterías manchegas o casillas de campo, muchas de ellas derruidas y, prácticamente todas, deshabitadas y abandonadas, que son el testimonio de lo que en otros tiempos rebosaba vida y vivencias en armonía con el medio natural. Hablamos de una jardinería popular muy elemental, basada en el empleo de especies de uso múltiple (ornamental, medicinal, aromático, condimentario o insecticida), en la que dominan plantas de floración atractiva, fundamentalmente concentrada a finales de la primavera, verano y otoño (Verde *et al.*, 1998a).

Son las rosas los elementos de esta jardinería popular, en los que se centra este trabajo, concretamente en las que se conocen como «*rosas antiguas*»; son rosas alóctonas que llegaron hasta la Península Ibérica en épocas pasadas (Coggiatti, 1999). Adaptadas a las condiciones climatológicas de la península ibérica, con elevado grado de resiliencia, no requieren el mismo grado de atención que los híbridos modernos; se cultivan en el suelo, en huertos y pequeños alcorques, o en recipientes reciclados empleados como tiestos, eso sí, siempre bajo la supervisión y cuidado de las amas de casa que han sido las que les han dado uso, además de ornamental, medicinal y cosmético (Verde *et al.*, 1998a; Jordán y de La Peña, 1992 y Fajardo *et al.*, 2000).

Lo primero que debemos preguntar es qué tipo de rosas comprende lo que, en jardinería popular y en el mundo de la botánica, se denomina como «*rosas antiguas*». La respuesta a esta cuestión marca una fecha: 1867, que es el punto de inflexión, un antes y un después para la historia de las rosas. Desde el punto de vista botánico este grupo de rosas incluye variedades de floración única, generalmente muy aromáticas y cultivadas con anterioridad a la introducción de la primera rosa moderna de jardín, la rosa «*La France*», en 1867 (Harvey, 2023).

A finales del siglo XVIII llegaron a Europa rosas procedentes de China que ofrecieron a los cultivadores de rosas la posibilidad de conseguir floración a lo largo de la temporada de crecimiento. Es el caso de las «*rosas de té*», un grupo de rosas antiguas de jardín, cultivadas a partir del cruce de *Rosa gigantea* Collett ex Cr.p., de origen europeo con *Rosa chinensis* Jacq. originaria de China y especie remontante (de floración múltiple). El resultado obtenido tenía una fragancia que recordaba al aroma de una taza de té chino, por lo que se les acuñó el nombre de «*rosas de té*» (Joyaux, 2001 y Harvey, 2023). Posteriormente otro cruce combinó rosas antiguas como *Rosa* × *damascena* Herm., *R. gallica* L. y *Rosa* × *centifolia* L. con otras especies de rosas remontantes dando lo que se denominaron «*híbridas perpetuas*» (el nombre alude a la continua floración que presentaban). El último capítulo de la historia de las rosas se escribió a mediados del siglo XIX cuando las «*rosas del té*» se cruzaron con «*híbridas perpetuas*», obteniéndose la «*rosa de té híbrida*», rosa con grandes flores y floración de larga duración que la han convertido en el tipo de rosa más popular hasta nuestros días (Harvey, 2023).

El ser humano ha usado estas plantas a lo largo de la historia, numerosos testimonios de esto han llegado hasta nuestros días. Tenemos que remontarnos cuatro milenios para encontrar los primeros usos de las rosas como elementos ornamentales. Es en la isla de Creta donde, formando parte del arte minoico, aparece un fragmento de un fresco que muestra un pájaro azul entre lirios y rosas en la Casa de los Fres (Coggiatti, 1999). Se trata de una rosa que hoy día botánicamente conocemos como *Rosa gallica*. Por Homero, en su obra Iliada XXIII, sabemos que el cuerpo de Héctor, antes de recibir sepultura, fue untado con bálsamo de rosas, lo que hace suponer que 1.200 años AC ya se cultivaban estas rosas para extraer sus esencias (Coggiatti, 1999). Heródoto de Halicarnaso (siglo V a.C.) menciona la presencia en los jardines del rey Midas de «*rosas con sesenta pétalos con un perfume más agradable que cualquier otra rosa*». Teofrasto (siglo III a.C.), padre de la Botánica, recoge las características de esta planta. Ya en época romana, Dioscórides, médico y farmacéutico, en su obra «*De Materia médica*», recoge algunas de las propiedades medicinales de estas plantas y Plinio, en su obra «*Historia Naturalis*», describe, al menos, ocho especies de rosas (siglo I d.C.) (Coggiatti, 1999). Durante los siglos posteriores, hasta llegar a la Edad Media, las rosas y rosales las hallamos fundamentalmente en los conventos y monasterios. En el siglo VIII Carlo Magno publica «*Capitulare de Villis*», obra en la que se consignan las plantas que se han de cultivar en los «*horti*» de la corona: las rosas ocupan el segundo lugar (Coggiatti, 1999). Son numerosos los tratados botánicos publicados en Al-Ándalus en los que aparecen las rosas y hablan de la importancia de estas plantas durante este periodo (García-Sánchez *et al.*, 2021).

Continuando con la labor que está llevando a cabo el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de desarrollar y publicar el Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos a la Biodiversidad Agrícola (IECTB) (Tardío *et al.*, 2018 y 2022), desde la Asociación de Amigos del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha (AAJBCLM), aprovechando el capital humano colaborativo de más de 150 socios y, siguiendo otras iniciativas anteriores basadas en la denominada ciencia ciudadana como es el caso CONECT-e (Conect-e, 2023) a nivel nacional, surge la respuesta de poner en marcha este proyecto para recuperar el patrimonio biocultural de la provincia de Albacete que representan las “rosas antiguas”; aquel que resulta más difícil de mostrar al visitante, ya que está en proceso de desaparición y radica en el conocimiento que los habitantes de estas áreas y su entorno han desarrollado a lo largo de milenios a través de la gestión y manejo de los estos recursos biológicos (Blanco, 1996; Fajardo *et al.*, 2008).

Iniciativas paralelas de este tipo han tenido lugar en España como es la del Real Jardín Botánico Juan Carlos I de la universidad de Alcalá de Henares, instalando y conservando una interesante colección de variedades antiguas del género *Rosa*, cuyos promotores fueron los doctores Rosendo

Elvira e Inmaculada Porras, aprovechando la donación de un experto coleccionista y cultivador de variedades antiguas de rosas, Ángel Esteban (Rivera Blanco, 2014).

Los objetivos marcados inicialmente son:

- Elaborar un inventario de las especies de «*rosas antiguas*» cultivadas tradicionalmente en la provincia de Albacete, incluyendo el depósito de pliegos en el herbario ALBA de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Documentar el modelo de gestión tradicional de las especies de rosas cultivadas.
- Registrar y geolocalizar los distintos pies de especies de rosas cultivadas.
- Esquejar el material recolectado para su reproducción y cultivo.
- Poner a disposición del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha (Albacete) y del Jardín Botánico de la estación de Torretes (Universidad de Alicante) las colecciones botánicas y etnobotánicas de especies de rosas antiguas cultivadas en la provincia de Albacete.
- Incorporar los datos recolectados en el trabajo de campo en la base de datos de Etnobiología de los recursos tradicionales de Castilla-La Mancha que el grupo de investigación está desarrollando en la Universidad de Castilla – La Mancha.
- Divulgar todo este conocimiento etnobiológico, a nivel científico (artículo como el presente en la revista Sabuco, y comunicaciones en congresos) y elaboración de una monografía: “Catálogo de rosas antiguas de la provincia de Albacete”.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Área de estudio y trabajo de campo

Se han visitado 76 localidades de la provincia de Albacete (figura 1), de entre las cuales, en 68 se han localizado rosas obteniendo resultados positivos de presencia de estas especies de rosas en un total de 7 comarcas.

- Almansa.
- Campos de Hellín.
- Higuera-Alpera y zona este de la provincia.
- Lagunas de Ruidera y El Bonillo.
- Manchuela.
- Sierra de Alcaraz.
- Yeste y zonas aledañas de la Sierra del Segura.



Figura 1. Mapa general de la provincia de Albacete con las localidades en las que se han registrado presencia de “rosas antiguas”.

Desde un inicio se descartó tratar de prospeccionar ciudades en busca de rosas antiguas. En las zonas más modernas y más urbanas se encuentran mayoritariamente del tipo híbridos del té, a los cuáles no va dirigido nuestro trabajo. Se realizaron las visitas en vehículo propio centrándonos cada salida en una comarca y repitiendo visitas para fotografiarlas en cada fase de su desarrollo vegetativo.

La forma de acceder y localizar las diferentes poblaciones ha respondido a los siguientes criterios:

- Acceso a mapas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) que nos han permitido localizar algunas localidades como es el caso de aldeas y cortijos abandonados, espacios potenciales donde encontrar estas rosas.
- Localidades con referencias extraídas de la base de datos ETNO-BIO-UCLM (grupo de investigación en Etnobiología, Vegetación y Educación del Instituto Botánico), así como de referencias personales del trabajo de campo de los profesores Diego Rivera, Concepción Obón, Segundo Ríos, Pedro Sánchez y los doctores Alonso Verde y José Fajardo.

- En otros casos la localización se llevó a cabo a través de observación directa durante la visita a la comarca, sin mediar en dicha localización informador alguno.

El momento óptimo para la localización fue la primavera, cuando las rosas antiguas se encuentran en floración. Durante el resto del año, también fue posible la localización de algunos ejemplares, mediante la observación de características propias de estos rosales. Las rosas antiguas localizadas fuera de su periodo de floración, requieren un seguimiento para su correcta identificación en el momento de la aparición de las flores.

Al localizar un ejemplar de rosal antiguo, se registró por GPS móvil el punto donde se ubicaba a través de la aplicación para móviles Mapas IGN (Mapas de España), la cual utiliza mapas oficiales y actualizados del Instituto Geográfico Nacional y permitió conocer con exactitud tanto las coordenadas del ejemplar localizado como el nombre de la aldea o cortijo en que se ubica. Los nombres de las localidades se han normalizado al nombre del Instituto Nacional de Estadística. El sistema de coordenadas es UTM ETRS89 sobre el Huso 30S. Las salidas gráficas mostrando las localizaciones de los taxones se han realizado con ArcGIS 10.8.2.

Durante la visita se han recogido datos referentes al tamaño y color de las rosas, presencia de espinas, número de pétalos, olor; así como el número de ejemplares aproximado de cada población y, en algunos casos recogida de material para la elaboración de pliegos de herbario. Esta información se ha recogido en cuadernos de campo. Además, se han realizado fotografías del entorno de la población, así como del ejemplar o ejemplares localizados.

La metodología de trabajo que se ha seguido en este proyecto presenta fundamentalmente dos vertientes. Por un lado lo que se conoce como metodología etnobiológica (Fajardo *et al.*, 2008), a través de charlas/entrevistas a informadores locales con los que hablamos en algunas de esas aldeas y pueblos que nos aportaron información sobre ubicaciones de ejemplares, que posteriormente se visitaron. En estos casos se procedió a través de:

- Conversación con esta persona de manera informal (sin encuesta predefinida) para intentar conseguir información sobre la existencia de algún rosal antiguo (figura 2).
- Pequeña entrevista semiestructurada En este caso se preguntaba por el conocimiento de estas especies botánicas. Nombre popular, presencia/ausencia de olor, presencia/ausencia de espinas; número aproximado de pétalos; usos tradicionales (medicina, cosmética, ornamental), periodo de floración y localización y número de ejemplares en la localidad.



Figura 2. Entrevista con una informante identificando una rosa antigua:
Autor (Fotografía: Sergio Ovidio Pinedo).

Además, se ha hecho una revisión de fuentes bibliográficas de trabajos publicados sobre etnografía o etnobiología de la provincia. Se han revisado los trabajos publicados sobre etnografía como es el de Jordán-Montes y De la Peña, 1992 o publicaciones de etnobotánica y etnobiología de la provincia como son los trabajos de Sánchez López *et al.*, (1994) Fajardo *et al.*, (2000), Verde *et al.*, (1998a y 1998b).

Para la identificación taxonómica del material recolectado se han seguido los protocolos habituales en el campo de la Botánica. Se han recogido muestras para su identificación (Figura 3). Una vez se tenía conocimiento de un ejemplar y siempre que fue posible, se procedió a recoger una muestra de material para su futura introducción en el herbario ALBA.

Se emplearon tijeras de mano para cortar la muestra. El tamaño siempre inferior a un (DIN-A4 210x297 mm) aproximadamente, sin que sobresalga, tal como el resto de pliegos del herbario ALBA. Para el material seleccionado se procuraba que incluyese flor, hojas y tallo con espinas y en el caso de que los hubiera, también fruto. Se introducía entre hojas de periódico para su conservación y traslado, incluyendo datos en una ficha previa sobre la ubicación (nombre del lugar), fecha, recolector, características y especie. A las salidas de campo se llevó una pequeña prensa portátil para conseguir un prensado inicial satisfactorio, que luego, generalmente al día siguiente o dos días (dependiendo si la salida se hizo en día laboral o fin de semana) se llevaba al Instituto Botánico y se completaba su proceso de prensado y secado con las prensas del laboratorio del Instituto Botánico donde está ubicado el herbario ALBA.

Los pliegos se prensan por un periodo no inferior a un mes en una prensa definitiva. El primer día, se cambiaba el papel desecante de los mismos para ir distanciando en el tiempo esta renovación, hasta un periodo final de un mes de prensado. Por último, a los pliegos se incorporaba una ficha física y se almacenaban en los cajones del género *Rosa* con gel de sílice u otro elemento para conservar.

La revisión e identificación taxonómica definitiva y su ficha (física y digital) se ha llevado a cabo en el laboratorio de Etnobiología, Vegetación y Educación en el Instituto Botánico de la UCLM (Avenida de la Mancha s/n, Albacete), lugar donde se ubica el Herbario ALBA y su base de datos asociada, así como bibliografía específica. En este último caso se han usado los trabajos de Bessi y Clauser (2018) y Coggiatti, (1999), así como las fichas del ICTB correspondientes al tomo II, vol. I que todavía se encuentra en prensa (Verde *et al.*, 2025).



Figura 3. Elaborando pliegos de herbario para su identificación (Fotografías Rodrigo Roldán y A.Verde).

Recogida de material vivo y esquejes de especies

Con objeto de reproducir las especies encontradas, se realizó una recogida de tallos para esquejes de invierno, la época más idónea para ello. Dado el escaso éxito de enraizamiento se pretende realizar en un futuro otras tandas de esquejado, tanto en invierno como en otoño.

Se seleccionaron ramas de aproximadamente un centímetro de diámetro, las cuales se cortaron con una tijera de mano y se llevaron en sacos cubiertos con tierra húmeda recogida en la zona para mantener la humedad durante el transporte. Aprovechando el momento, se realizó, en algunas poblaciones, una poda de ramas muertas a los rosales seleccionados para su rejuvenecimiento.

A la semana de haber recogido los tallos, se realizó el esquejado de cada uno de ellos con fragmentos de unos 20-25 cm, dejando 4 o 5 yemas en cada esqueje, dos de ellas quedaron enterradas en tierra y dos quedaron en contacto con el aire. Previamente a su enterramiento se mojaron en enraizante ácido indol-3-acético IAA y ácido Indol butírico (IBA). Posteriormente se introdujeron en bandejas de alveolos de 500. La mezcla de sustrato se preparó previamente con la proporción: 90% fibra de coco y 10% de compost.

Las bandejas fueron debidamente identificadas con el nombre científico de la especie esquejada en ellas, la localidad de procedencia y la fecha en que se realizó.

Los esquejes se depositaron en el vivero de Ambientea (Camino de Melegri, Albacete) y fueron cuidados y regados por el socio Antonio Molina. Se les proporcionó dos riegos por aspersión semanales. En primavera y verano se les dio un riego diario de 30 minutos.

Por otro lado, aprovechando el capital humano de la AAJBCLM se ha implementado la metodología aplicada en ciencia ciudadana, término de reciente implantación que se refiere a la participación activa del público en general en tareas de investigación científica centrado en el papel de las personas voluntarias y sus contribuciones a través de observaciones del entorno natural (Irvin, 2002 y Bonney, 1996). Esta actividad científica busca generar nuevo conocimiento con la participación voluntaria (en el sentido de consciente e intencionada) de las y los ciudadanos, quienes pueden involucrarse en diferentes niveles del proceso científico (Oltra *et al.*, 2022). La ciencia ciudadana es una práctica creciente en la que científicos y ciudadanos colaboran para producir nuevos conocimientos para la ciencia y la sociedad (Vohland, *et al.*, 2021).

De este modo los voluntarios han colaborado en las diferentes tareas como: exploración de localidades, geolocalización y recolección de material fresco (figura 4), esquejado (para ello se hizo un curso específico de formación en esquejado y poda de este tipo de plantas), así como seguimiento de las RRSS para la difusión del proyecto a través del correo de la AAJBCLM y de

las redes sociales (Facebook e Instagram), ampliándose así las posibilidades de recibir información acerca de la posible presencia de rosas antiguas en diferentes localidades de nuestra provincia. La identificación taxonómica del material, elaboración de pliegos de herbario, introducción de datos y redacción del proyecto y comunicaciones para congresos se ha llevado a cabo por el personal especialista en Botánica.



Figura 4. Imágenes de recolección en el campo de material para su esquejado así como de su etiquetado (Fotografías A. Verde).

3. RESULTADOS

3.1. Material recolectado

En lo referente al material recolectado en el trabajo de campo: Se han recogido 100 muestras identificadas de las que se ha recolectado material vivo para su esquejado y se han hecho 600 esquejes (tabla 1).

Tabla 1. Resultados del trabajo de campo referentes a los diferentes objetivos planteados inicialmente

Muestras identificadas	Pliegos de herbario depositados en el herbario ALBA	Número de esquejes realizados con el material recolectado	Fotografías digitales realizadas	Entrevistas realizadas	Informantes	Localidades visitadas
92	100	600	1200	20	30	76

3.2. Especies y variedades recolectadas e identificadas

Con el fin de facilitar al voluntariado la organización del trabajo y la identificación de los diferentes taxones se optó por organizarlos por colores y número de pétalos. Aunque es difícil establecer un número exacto de pétalos que defina cada categoría, ya que puede variar según la variedad y el tamaño de la flor, en el seguimiento y descripción de las flores de las diferentes variedades hemos establecido las siguientes categorías:

- **Flores simples:** tienen cinco pétalos
- **Flores dobles:** tienen un número superior a cinco pétalos, ya que parte de los estambres son reemplazados por pétalos.
- **Flores semidobles:** tienen más de cinco pétalos, pero no están tan llenas como las flores dobles. Por lo que en general se puede ver claramente el centro de la flor y los estambres. Se estima que pueden presentar entre 10 y 20 pétalos.
- **Flores muy dobles:** tienen un número considerablemente mayor de pétalos que las semidobles, cubriendo casi por completo el centro de la flor. Los estambres suelen ser visibles, pero en menor cantidad. Se estima que pueden tener entre 40 y 50 pétalos.
- **Flores extremadamente dobles:** estas flores están tan llenas de pétalos que es difícil distinguir el centro de la flor y los estambres. Los pétalos se superponen en varias capas y la flor tiene una apariencia redondeada y densa. Se estima que tiene más de 40 pétalos.

Taxones de pétalos blancos

En este grupo encontramos los siguientes taxones: *R. × alba* L., *R. × alba* var. *florepleno* Andrews y *R. sempervirens* L. en un total de 14 localidades (figura 5).

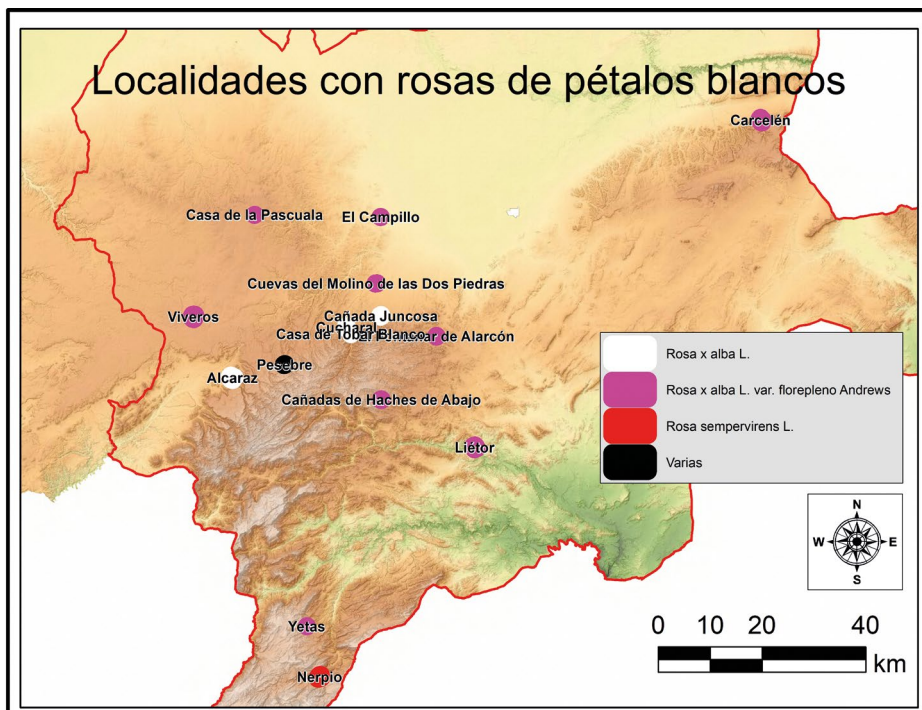


Figura 5. Localidades en las que se han localizado especies de rosas de pétalos blancos (*R. x alba* L., *R. x alba* var. *florepleno* Andrews y *R. sempervirens* L.).

Rosa x alba L.

En el origen híbrido de este rosal parecen haber intervenido las especies *Rosa gallica* L. y *R. corymbifera* Borkh., ambas especies europeas (Bessi y Clauser, 2018). Arbusto de hoja caduca, espinoso, de crecimiento vertical, que puede llegar hasta 2,5 m de altura. Los tallos densamente poblados con espinas curvadas y cerdas rígidas. Las hojas sin brillo y coriáceas son pinadas, con cinco (raramente siete) folíolos ovales o redondeados de unos cinco centímetros de largo, con un borde estrecho, sin pelos glandulares.

Las flores son blancas, sencillas (de 5 a 10 pétalos) o dobles y se agrupan en corimbos. De apenas perfumadas a intensamente olorosas. Las flores aparecen a principios del verano (no repiten la floración). El fruto es un cinorrodón globoso a oblongo de color rojo cuando está maduro. Se han localizado ejemplares en 5 localidades (tabla 2 y figura 6).

Tabla 2. Localidades de *Rosa × alba* L.

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares (pies)
Casa del Tobar Blanco	15/05/2023 10/05/2023	1
Pesebre	09/05/2023 14/05/2023	1
El Cucharal	13/05/2023	1
Casas de Horiñuela (San Pedro)	01/05/2023	7
Alcaraz	15/05/2023	1



Figura 6. Ejemplares de *Rosa × alba* L. (Localidades de Pesebre y Casas de Horiñuela (Fotografías A. Verde y J. Luis Escobar).

Rosa × alba var. *florepleno* Andrews

Arbusto de hoja caduca, espinoso, de crecimiento vertical, que puede llegar hasta 3 metros de altura. Los tallos densamente poblados con espinas inclinadas o arqueadas. Las hojas sin brillo y coriáceas son pinnadas, con cinco (raramente siete) folíolos ovales o redondeados.

Las flores son blancas de color encarnado, sencillas o muy dobles y se agrupan en corimbos. Agradablemente perfumadas. Las flores aparecen a principios del verano (no repiten la floración). El fruto es un cinorrodón globoso a oblongo. Se han localizado ejemplares en 10 localidades (tabla 3 y figura 7).

Tabla 3. Localidades de *R. × alba* var. *florepleno* Andrews

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
Cañada de Haches	19/05/2023 25/05/2023	1
Bogarra	21/05/2023	1
Carcelén	15/05/2023	1
Casa de La Pascuala (El Bonillo)	05/02/2023 13/06/2023 09/06/2023	1
El Campillo	13/06/2022 01/05/2023	5<n<20
El Chortal	17/05/2023	1
Liétor	06/05/2023	1
Salinas de Pinilla	10/06/2023	>20
San Pedro	14/08/2023	1
Yetas	17/06/2023	1



Figura 7. Ejemplares de *R. × alba* var. *florepleno* Andrews (Localidades de Cañada de Haches y Casa de La Pascuala (Fotografías A. Verde).

Rosa sempervirens L.

Arbusto de hoja caduca, espinoso, de crecimiento vertical, que puede llegar hasta 5 metros m de altura. Los tallos densamente poblados con espinas inclinadas o arqueadas. Las hojas están divididas en un número impar de foliolos. Las flores son blancas sencillas. El fruto es un cinorrodon rojo. Se han localizado ejemplares en 2 localidades (tabla 4 y figura 8). A diferencia de otras especies aquí tratadas, se considera autóctona, aunque raramente se la ve cultivada.

Tabla 4. Localidades de *R. sempervirens* L.

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
Nerpio	19/05/2023	5<n<10
Pesebre	14/05/2023 09/05/2023	3



Figura 8. Ejemplares de *Rosa sempervirens* L. (Localidades de Cañada de Nerpio y Pesebre. (Fotografías A. Verde).

Taxones de pétalos rosados

Son 35 las localidades en las que se han encontrado especies de rosas con estas características, que comprenden dos taxones: *Rosa* × *damascena* Herm., y *R. gallica* L. (figura 9).

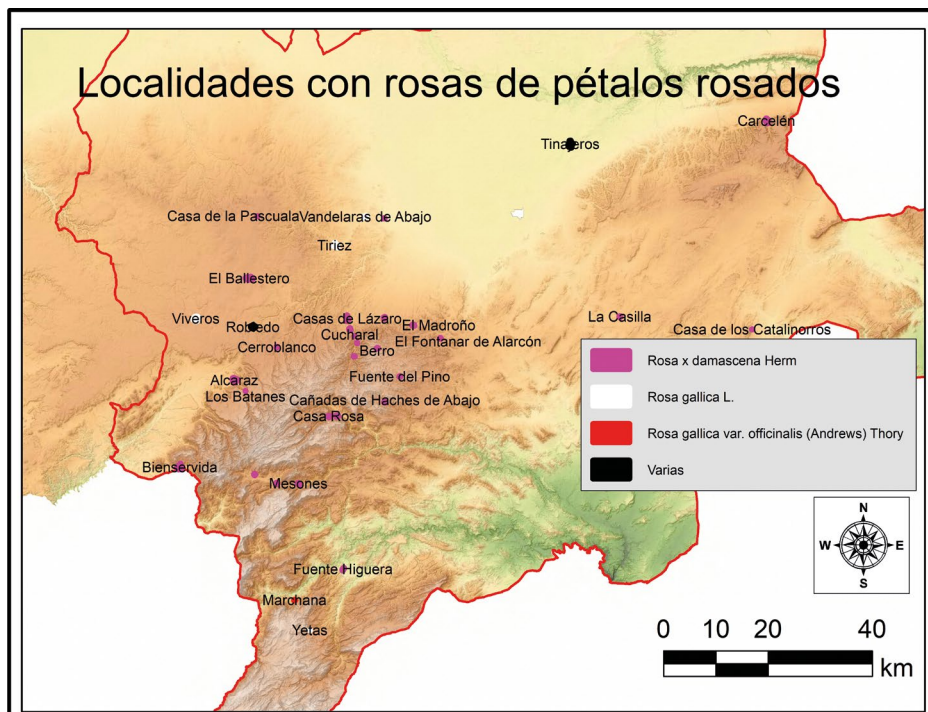


Figura 9. Localidades en las que han localizado especies de rosas de pétalos rosados (*Rosa x damascena* Herm, y *R. gallica* L.).

Rosa gallica L.

Arbusto de hoja caduca que puede alcanzar hasta 1,5 metros de altura. Los tallos son rectos y flexibles, con espinas ganchudas pequeñas y delgadas y pelos glandulares. Las hojas imparipinnadas tienen de tres a siete folíolos verde azulados. Las flores son simples o semidobles en su mayoría solitarias, cuya corola cuenta con cinco pétalos (5-20) más gruesos y coriáceos que otras rosas antiguas, de color rosa y fuerte fragancia. Los frutos, de forma globulosa a ovoide, cuando maduran, son de color naranja-marrón. Planta que forma grandes grupos, es fácil extraerla de “chupones”. Se han recogido poblaciones en 7 localidades, alguna con un número importante de pies, como es el caso de la localidad de La Breña (Higueruela) (tabla 5 y figura 10). El nombre popular que recibe esta planta es rosa de Alejandría.

Tabla 5. Localidades de *R. gallica* L.

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
Bogarra	21/05/2023	1
El Berro	13/05/2023 24/05/2023	2
El Escorial (Alcaraz)	14/06/2016 08/06/2023	1
Casa Rosa	19/05/2023 21/05/2023	< 20
Casas de La Breña	08/06/2022 25/03/2022 11/05/2023 07/06/2023	> 200
La Rinconada	19/05/2023	1
La Zarza	24/05/2023	1



Figura 10. Ejemplares de *R. gallica* L. (Localidades de Casa Rosa y El Escorial -Alcaraz- Fotografías J. Luis Escobar).

Rosa × *damascena* Herm

Es una rosa híbrida en cuyo origen han intervenido básicamente *R. gallica* y *R. pulverulenta* M. Bieb, siempre que consideremos a *R. bifera* (Poir.) Pers. como una especie independiente, ya que en esta última parecen haber intervenido también *R. moschata* Hermm. y *R. webbiana* Wall. ex Royle (*R. fedtschenkoana* Regel), ambas especies originarias de Asia Central. Arbusto espinoso, caduco, vigoroso, de crecimiento vertical, que puede llegar a 2 m de altura. Los tallos están densamente poblados con espinas curvadas

y cerdas rígidas. Hojas sin brillo y coriáceas, pinnadas, con cinco (raramente siete) folíolos de color verde grisáceo. Flores dobles y abundantes pétalos de color rosa pálido a rojo intenso (entre 15 y 40), los centrales retorcidos, con una intensa y agradable fragancia dulce y afrutada, suelen crecer en grupo. Pétalos más suaves y delicados que *R. gallica*. Cinorrodon, ovoide, glabro y provisto de glándulas en el pedúnculo. Los nombres populares que recibe esta planta en la provincia de Albacete son: rosa de Alejandría, rosa de cincuenta pétalos o rosa de cincuenta hojas. Está bastante extendida por la provincia. Son 30 las localidades en las que se han encontrado poblaciones de esta especie (tabla 6 y figura 11).

Tabla 6. Localidades de *R. x damascena* Herm

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
Alcaraz	15/05/2023	1
El Berro	13/05/2023 24/05/2023	1
Bienservida	14/05/2023	1
Bogarra	21/05/2023	1
Cañada Juncosa (San Pedro)	01/05/2023	1
Cañadas de Haches	19/05/2023 25/05/2023	2
Casa de la Pascuala (El Bonillo)	05/02/2023 13/06/2023 09/06/2023	1
Casa de la Rambla (Peñas de San Pedro)	10/05/2023	1
Casa de los Catalinorros (Montealegre del Castillo)	16/04/2023	1
Casa de Santa Ignacia (Montealegre del Castillo)	06/07/2023	1
Cerroblanco (Peñascosa)	15/05/2023	1
Cilleruelo (Masegoso)	14/05/2023	
Cubas (Jorquera)	09/04/2023 10/04/2023 30/04/2023 6/05/2023	1
El Batán (Alcaraz)	25/05/2023	5





Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
El Fontanar de Alarcón (Peñas de San Pedro)	26/05/2023	1
El Laminador (Riópar)	18/05/2023	1
El Villarejo (Ayna)	21/05/2023	1
Fuenlabrada (Peñascosa)	24/05/2023	1
Fuente del Pino (Alcadozo)	10/05/2023	1
Fuente La Higuera (Molinicos)	22/05/2023	1
La Breña (Higueruela)	08/06/2022 25/03/2023 11/05/2023 07/06/2023	>100
La Dehesa de Nerpio	26/05/2023	3
La Torre (Bogarra)	21/05/2023	1
Las Mohedas (Bogarra)	23/05/2023	2
Nerpio	19/05/2023	2
Peñarrubia (Casas de Lázaro)	01/05/2023	1
Pesebre (Peñascosa)	14/05/2023 09/05/2023	3
Robledo	01/05/2023 12/05/2023	1
Tinajeros (Albacete)	16/05/2023	1
Yetas (Nerpio)	17/06/2023	1



Figura 11. Ejemplares de *Rosa × damascena* Herm. (Localidades de Higueruela y Los Catalinorros. (Fotografías A. Verde y J. Luis Escobar).

Taxones con más de treinta pétalos por flor, predominantemente rojos o rosa oscuro

En este apartado incluimos la especie *R. × centifolia* L. en la que predominan los colores rojos y rosados intensos. Se han encontrado ejemplares en 17 localidades (figura 12 y tabla 7).

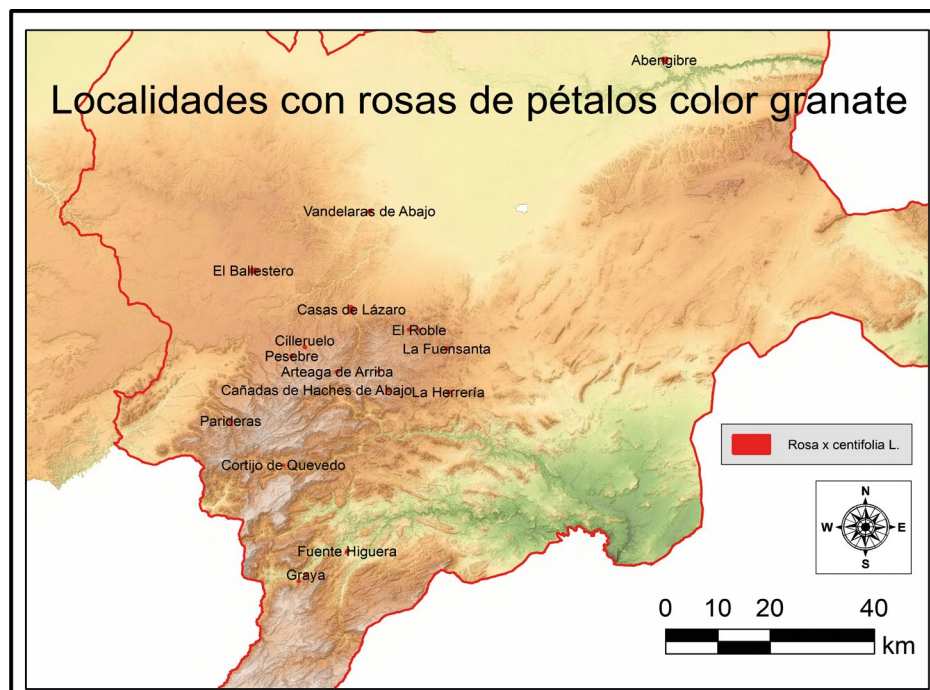


Figura 12. Localidades en las que han localizado especies de rosas de pétalos rosados (*R. × centifolia* L.).

Rosa × centifolia L.

Rosa centifolia presenta una gran variabilidad en el indumento que recubre las piezas del cáliz, el receptáculo y el pedúnculo de la flor, llegando en algunos casos a ser densamente glanduloso y en otros completamente glabro. Esto responde a unos orígenes complejos en los que intervienen especies silvestres europeas como *R. canina* L. y algunos híbridos como *R. × damascena* o *R. × bifera*. Arbusto erecto y vigoroso de unos 2 m de altura, con espinas dispersas y desiguales: las más pequeñas rectas, las demás curvadas. Hojas pinnaticompuestas, estipuladas, formadas por 5-7 folíolos ovales y dentados. Flores extremadamente dobles y densas, globosas, con numerosos (generalmente más de 100) pétalos superpuestos rojos o rosados. Exhala un aroma dulce y complejo. Florece de abril a mayo. El escara-

mujo que produce es globoso y rojizo. Los nombres populares que recibe esta planta en la provincia son rosa de cien hojas, rosa de cien pétalos, rosa de mil hojas y rosa de Alejandría. Son 17 las localidades en las que se han encontrado poblaciones de esta especie (tabla 7 y figura 13).

Tabla 7. Localidades de *R. × centifolia* L.

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
Abengibre	17/5/23 23/05/23	1
Arteaga de Arriba (Peñascosa)	19/05/23	5
Casas de Lázaro	19/05/2023 03/06/23	1
Chinchilla de Monte Aragón	29/04/2023; 23/05/23	1
El Balletero	25/05/2023	4
El Colmenar (Peñas de San Pedro)	14/05/2023	1
El Roble (Peñas de San Pedro)	23/06/2023	1
Fuenlabrada (Peñascosa)	24/05/2023	9
La Fuensanta (Peñas de San Pedro)	17/05/2023	2
La Herrería	19/05/2023	2
Marchana (Yeste)	25/05/2023	1
Pesebre (Peñascosa)	14/05/2023	3
San Pedro	14/05/2023	4
Vandelaras de Abajo	14/05/2023	1
Las Parideras (Vianos)	13/06/2023	1
Fuente La Higuera (Molinicos)	22/05/2023	3
Cortijo de Galindo (Riópar)	18/05/2023	2



Figura 13. Ejemplares de rosas de pétalos rojizos (*R. × centifolia* L.)
(Fotografía J. Luis Escobar).

Diferenciar entre *R. gallica*, *R. × damascena* y *R. × centifolia* puede ser un poco complicado para alguien que no está familiarizado con las sutilezas de estas especies, ya que comparten muchas características. Sin embargo en la tabla 8 podemos encontrar algunos detalles que pueden ayudarnos a distinguirlas.

Tabla 8. Características específicas de *R. gallica*, *R. × damascena* y *R. × centifolia*

Características	<i>R. gallica</i>	<i>R. × damascena</i>	<i>R. × centifolia</i>
Flores	Simple o semidobles, pétalos gruesos	Muy dobles, pétalos suaves	Extremadamente dobles, forma redondeada
Aroma	Fuerte, pero menos complejo	Dulce y afrutado	Dulce y complejo
Arbusto	Bajos y compactos	Altos y vigorosos	Erectos y vigorosos
Origen	Europa central y meridional	Oriente Medio	Híbrido del s. XVII

Taxones de pétalos amarillos

Entre las rosas con pétalos amarillos incluimos los siguientes taxones: *R. foetida* var. *foetida* Herrm., *R. foetida* var. *persiana* (Lem.) Rehder, *R. hemisphaerica* Herrm. y *R. hemisphaerica* var. *plena* Rehder. En total han sido 16 localidades en las que se han encontrado ejemplares de estas características (figura 14).

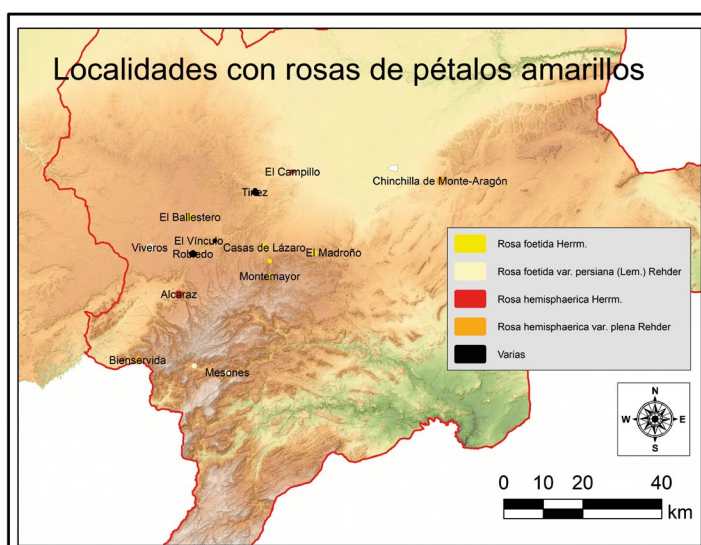


Figura 14. Localidades en las que se han localizado especies de rosas de pétalos amarillos (*R. foetida* var. *foetida*, Herrm., *R. foetida* var. *persiana* (Lem.) Rehder, *R. hemisphaerica* Herrm. y *R. hemisphaerica* var. *plena* Rehder).

Rosa foetida Herrm. var. *foetida*

Arbusto de hasta 2 m de altura con tallos delgados de color marrón y espinas rectas. Hojas pinnadas (de 5 a 9 foliolos) de color verde oscuro, ampliamente ovaladas u obovadas, margen doblemente dentado con pequeñas glándulas. Flores amarillas, simples en su mayoría, algunas dobles, a menudo solitarias; hipantio y pedúnculo lisos; sépalos lanceolados con punta en forma de hoja (Figura 15). No repite floración, que se da entre mayo-junio. Las localidades encontradas aparecen en la tabla 9.

Tabla 9. Localidades de *R. foetida* var. *foetida* Herrm.

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
Casas de Lázaro	19/05/2023 03/06/2023	1
El Balletero	25/05/2023	4
Montemayor (Casas de Lázaro)	11/05/2023	1

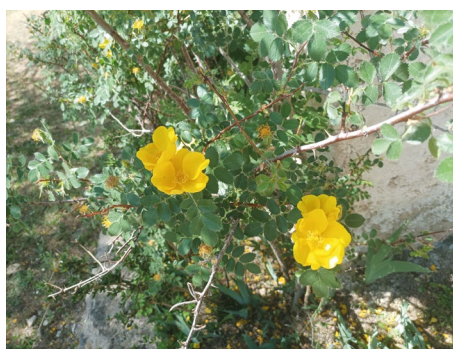


Figura 15. Ejemplares de especies de rosas de pétalos amarillos (*R. foetida* var. *foetida* Herrm.). (Fotografías J. Luis Escobar).

Rosa foetida var. *persiana* (Lem.) Rehder

Arbusto caducifolio que puede llegar a alcanzar hasta 1,5 m, con ramificaciones cortas. El tallo está bien armado de espinas. Hojas pinnadas (de 5 a 9 foliolos) de color verde oscuro. Presenta abundantes flores globosas, simples (algunas, pocas) y la mayoría extremadamente dobles, de color amarillo dorado, no recostadas. Solo florece una vez (mayo-junio) pero presenta una floración abundante. Se han localizado poblaciones de esta planta en 6 localidades de la provincia (tabla 10 y figura 16).

Tabla 10. Localidades de *R. foetida* var. *persiana* (Lem) Rehder

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
El Vínculo (El Robledo)	01/05/2023, 24/04/2023	< 50
La Casilla (La Felipa- Chinchilla de Monte Aragón)	30/06/2023	< 100
Mesones (Molinicos)	15/05/2023	1
Riópar Viejo	26/08/2021	1
El Robledo	01/05/2023 12/05/2023	>200
Salinas de Pinilla	10/06/2023	<20



Figura 16. Ejemplares de especies de rosas de pétalos amarillos (*R. foetida* var. *persiana* (Lem) Rehder) (Fotografías A. Verde y J. Luis Escobar).

***Rosa hemisphaerica* Herm.**

Arbusto caducifolio de hasta 3 m de altura, con tallos delgados, a menudo sarmentosos, con abundantes espinas ganchudas. Hojas pinnadas (de

5 a 9 foliolos) de color verde azulado. Flores dobles, amarillas, sin apenas aroma, globulares con sépalos lobulados en el ápice. Resulta notable el elevado número de pétalos, superior a treinta. Se han encontrado ejemplares de esta planta en tres localidades de la provincia (tabla 11 y figura 17).

Tabla 11. Localidades de *R. hemisphaerica* Herrm.

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
Bienservida	14/05/23	> 100
El Campillo (El Balletero)	01/05/2022 13/06/2022	> 20
Alcaraz	15/5/2023	3



Figura 17. Ejemplares de especies de rosas de pétalos amarillos (*R. hemisphaerica* Herrm.) (Fotografías A. Verde).

Rosa hemisphaerica var. *plena* Rehder

Variedad muy similar a la anterior. Arbusto caducifolio de hasta 3 m de altura, con tallos delgados, a menudo sarmentosos, con abundantes espinas ganchudas. Hojas pinnadas (de 5 a 9 foliolos) de color verde azulado. También está poblada con abundantes flores amarillas, inodoras, extremadamente dobles, globulares, pero en este caso la gran mayoría de ellas no llegan a abrirse por la elevada densidad en que se disponen los más de cincuenta pétalos. Se han encontrado ejemplares de esta planta en cuatro localidades de la provincia (tabla 12 y figura 18).

Tabla 12. Localidades de *R. hemisphaerica* var. *plena* Rehder

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
Bogarra	21/05/23	2
Chinchilla de Montearagón	29/04/2023; 23/05/23	<20
El Vínculo	01/05/2023, 24/04/2023	<20
Robledo	01/05/2023; 12/05/2023	> 500



Figura 18. Ejemplares de especies de rosas de pétalos amarillos (*R. hemisphaerica* var. *plena* Rehder.). (Fotografías A. Verde).

Taxones de pétalos rojos y amarillos en la misma planta



Figura 19. Localidades en las que se han localizado especies de rosas de pétalos rojizos (*R. bicolor* Jacq. y Chimera *R. bicolor*/*R. foetida*).

Rosa bicolor Jacq.

Arbusto caducifolio de hasta 2,5-3 m de altura, con tallos delgados, a menudo sarmentosos, con abundantes espinas perpendiculares al tallo. Se considera una mutación del de *R. foetida*. Las flores son simples, de color rojo anaranjado o cobrizo brillante por dentro y amarillo por fuera. Hemos encontrado esta singular especie en tres localidades de la provincia (tabla 13, y figura 20).

Tabla 13. Localidades de *R. bicolor* Jacq.

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
Casas de Lázaro	19/05/2023	> 1000
El Madroño (Pozuelo)	18/05/2023	5
El Vínculo	01/05/2023; 24/04/2023	> 1000



Figura 20. Ejemplares de especies de rosas de pétalos amarillos y rojos (*Rosa bicolor* Jacq.) (Fotografías J. Luis Escobar)

Quimera *Rosa bicolor* + *Rosa foetida*

Arbusto caducifolio de hasta 2,5-3 m de altura, con tallos delgados, a menudo sarmentosos, con abundantes espinas perpendiculares al tallo. Igual que la anterior se considera una mutación de *R. foetida*. Las flores son de color rojo anaranjado o cobrizo brillante por dentro y amarillo por fuera. La misma planta puede presentar al mismo tiempo flores tanto amarillas como rojizas. Es decir que encontramos en el mismo arbusto y con frecuencia en la misma rama flores típicas de *R. bicolor* junto a otras propias de *R. foetida*. En algunos ejemplares hemos localizado una misma flor con pétalos amarillos y pétalos rojos. Este tipo de quimeras pueden tener origen en mutaciones reversibles en los tejidos de algunas yemas o ser consecuencia de la mezcla de tejidos como resultado de haber injertado una sobre otra. En el caso de El Ballestero se conoce popularmente a esta planta como “capicas del Señor”. Hemos localizado esta planta en cuatro localidades (tabla 14 y figura 21).

Tabla 14: Localidades de la quimera *R. bicolor* + *R. foetida*

Localidad	Fecha de visita	Nº de ejemplares
Casas de Lázaro	19/05/2023	> 10
El Ballestero	25/05/23	5
El Madroño (Pozuelo)	18/05/2023	>10
Tiriez	30/06/23	>100



Figura 21. Ejemplares de flores con pétalos amarillos y rojos (quimera *Rosa bicolor* + *Rosa foetida*) (Fotografías José Luis Escobar).

DIFUSIÓN DEL PROYECTO

Uno de los objetivos del proyecto es su difusión tanto a nivel local como fuera de la provincia. Difusión que se ha hecho en dos vertientes:

1. A la comunidad científica con la presentación de los resultados en encuentros académicos. Se ha llevado un póster al IV Mediterranean Plant Conservation Week, congreso celebrado en Valencia del 23 al 27 de octubre de 2023 (figura 22).



Figura 22. Póster y su presentación en el Congreso IV Mediterranean Conservation Week, celebrado en Valencia del 23 al 27 de octubre de 2023.

2. Al público en general y en particular a los habitantes de la provincia. Para ello el póster presentado al Congreso se ha traducido al español y se acompañará de una pequeña presentación power point que se ofrece a los centros sociales de Albacete para su difusión por parte de los miembros de la AAJBCLM. Y en este sentido se ha difundido a través de las redes sociales de la AAJBCLM obteniendo un excelente seguimiento, de tal manera que han surgido sinergias con coleccionistas de este tipo de rosas con los que se ha intercambiado material (figura 23).



Figura 23. Visita al JBCLM del representante de la asociación catalana “Pasión por las rosas”.

Conocimientos tradicionales sobre las rosas antiguas

Los rosales iniciaron su domesticación, probablemente, en un Neolítico temprano e intervinieron diversas especies seleccionadas no solo por su interés ornamental, alimentario, perfumero, cosmético y medicinal, sino también por su utilidad en el deslinde (García-Sánchez *et al.*, 2021). Las rosas son las flores con mayor interés ornamental y su cultivo y su mercado se extiende por todos los continentes (Montserrat *et al.*, 2016). En la provincia de Albacete los usos tradicionales que se han venido haciendo de estas especies, fundamentalmente son:

Ornamental. De hecho las podemos localizar todavía en cortijos y casas de campo antiguas, lo que denota su gran resiliencia. Algunos de nuestros mayores entrevistados todavía recuerdan cómo estos rosales decoraban las plazas de muchos pueblos con su belleza, aromas y colores. Precisamente, en el caso de la quimera *R. bicolor* + *R. foetida*, debido a esta combinación peculiar de colores, nos cuentan que durante el franquismo se plantaron en las plazas de muchos pueblos, al coincidir sus colores con los de la bandera de España.

Medicinal: Son los pétalos de *R. × centifolia*, *R. gallica* y *R. × damascena* los que se han usado en medicina popular de la provincia para curar las

llagas de la boca. Mezclados pétalos secos y molidos, con azúcar, aplicando esta combinación sobre las llagas. En otros casos se emplean en infusión para curar las llagas de la boca y las encías sangrantes. La infusión de los pétalos de estas rosas antiguas, aromáticas, se utiliza tibia como un colirio para lavar los ojos irritados y enrojecidos (Verde *et al.*, 1998a y Verde *et al.*, 2008).

Cosmético: Igualmente con los pétalos de estas rosas se han elaborado de forma tradicional las aguas de rosas (Verde *et al.*, 1998a y 1988b y Sánchez-López, 1994).

4. CONCLUSIONES

Se ha conseguido geolocalizar un número importante de poblaciones de este grupo de plantas y dar a conocer gran parte del patrimonio biocultural que representan estas especies de rosas antiguas.

Son estos espacios de convivencia, aldeas, quinterías, cortijos y casillas, donde encontramos el gran reservorio de especies de rosas antiguas.

Destacamos el papel fundamental de las mujeres, como depositarias principales de los conocimientos tradicionales en jardinería popular, en la conservación y la gestión de este patrimonio biológico que representan este grupo de rosas.

El trabajo de campo de búsqueda y localización de poblaciones de este tipo de rosas, se ha hecho de forma colaborativa por parte de los miembros de la AAJBCLM respondiendo al método de trabajo que se enmarca en lo que se denomina ciencia ciudadana.

Gran parte de este material se ha esquejado y se ha repartido de forma gratuita a miembros de la asociación y personas interesadas, así como a entidades científicas como jardines botánicos con el fin de poner en valor estas rosas tanto en el campo de la jardinería popular como urbana.

Con la difusión del proyecto a través de las redes sociales de la AAJB-CLM han surgido sinergias con otras asociaciones y personas interesadas en el cultivo de este tipo de rosas.

El proyecto abre diversas líneas futuras de trabajo enmarcadas en campos como la aplicación de estas rosas en jardinería y la conservación de la biodiversidad y del patrimonio etnobotánico de la provincia de Albacete.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha podido hacer, en parte, gracias a la financiación obtenida a través de la convocatoria de las Ayudas a la Investigación Año 2022

del Instituto de Estudios Albacetenses. Además queremos agradecer a todos los voluntarios de la AAJBCLM su colaboración y participación directa o indirecta en las diferentes fases y tareas de desarrollo del proyecto. Nuestro agradecimiento a Javier Tardío por sus observaciones y a los revisores de este trabajo, que han contribuido a mejorarlo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bessi, F. V., & Clauser, M. (2018). *Le rose in fila: rose selvatiche e coltivate: una storia che parte da lontano*. Firenze University Press. 280 pp.
- Blanco, E. (1996). *El Caurel, las plantas y sus habitantes*. Fundación Caixa Galicia. Santiago de Compostela. 231 pp.
- Blanco, E. (1998). *Diccionario de Etnobotánica Segoviana (pervivencia del conocimiento sobre las plantas)*. Ayuntamiento de Segovia. Segovia. 199 pp.
- Blanco, E. (2002). *Etnobotánica en los Montes de Toledo*. Asociación Cultural Montes de Toledo, Toledo.
- Bonney, R. (1996). Citizen science: A lab tradition. *Living Bird*, 15(4), 7-15.
- Coggiatti, S. (1999). *Rosas y rosales*. Grijalbo. Toledo. 254 pp.
- Conect-e (2023). Compartiendo el conocimiento Ecológico Tradicional <https://www.conecte.es/index.php/es/> (último acceso 15 de octubre de 2023)
- Fajardo, J., Verde, A., Rivera, D. & Obón, C. (2000). *Las plantas en la cultura popular de la provincia de Albacete*. Instituto de Estudios Albacetenses. Albacete. 264 pp.
- Fajardo, J., & Verde, A. (2021). Leer el paisaje: la etnobiología como tema de estudio en el Campo de Montiel. *Revista de Estudios del Campo de Montiel*, (7), 45-61.
- Fajardo, J., Verde A., Rivera, D., Obón, C. & Valdés, A. (2008). Investigación y divulgación del conocimiento etnobiológico en Castilla La Mancha. *Sabuco* 6: 137-156.
- García Sánchez E, Carabaza J, & Hernández-Bermejo JE. (2021). *Flora agrícola y forestal de Al-Andalus, Vol. II. Árboles y arbustos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Harvey, S. (2023). Breve historia de la rosa [A Brief History of the Rose]. (R. M. Barquin, Traductor). *World History Encyclopedia*. Recuperado de <https://www.worldhistory.org/trans/es/2-2264/breve-historia-de-la-rosa/> (último acceso 01-06-2024)
- Irwin, A. (2002). *Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development*. Routledge. 212 pp.
- Jordán Montés, J. y De la Peña, A. (1992). *Mentalidad y tradición en la Serranía de Yeste y de Nerpio*. Instituto de Estudios Albacetenses. Albacete. 362 pp.

- Joyaux, F. (2001). *La Rose, une passion française. Histoire de la Rose en France. (1778-1914)*. Editions complexe. Bruxelles. 249 pp.
- Montserrat, P., Gómez, D., Fernández, J.V, & Bernal, M. (2016). *Rosas de Aragón y tierras vecinas (2ª edición)*. Jolube Consultor BBotánico y Editor, Jaca, Huesca.
- Morales, R., Tardío, J., Aceituno, L., Molina, M., Pardo de Santayana, M. (2011). “Biodiversidad y etnobotánica en España”. En: *Viejo-Montesinos JL (ed.) Biodiversidad. Aproximación a la diversidad botánica y zoológica de España*. Real Sociedad Española de Historia Natural, Madrid.Pp 157-207.
- Oltra, A., Piera, J., & Ferrando González, L. (2022). *Breve guía sobre Ciencia Ciudadana CSIC*. 52 pp.
- Pardo de Santayana, M., Gómez-Peyón, E. (2003). Etnobotánica: aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. *Anales Jard. Bot. Madrid*. 60(1): 171-182.
- Rivera Blanco, J. (2014). La Universidad de Alcalá, Patrimonio de la Humanidad Patrimonio Cultural Universal. *J. Rivera Blanco & Universidad de Alcalá (Eds.), Universidad de Alcalá. Patrimonio de la Humanidad–World Heritage*, 18-35.
- Rivera, D., Valdés, A., Fajardo, J., Verde, A. y Obón, C. (2008). La etnobiología como fuente de conservación de la diversidad biológica y cultural. *Territorios Biorred 4 (2)*: 32-36.
- Sánchez López, M. D., García Sanz, J. A., Gómez Merino, A., & Zon Blanco, S. (1994). *Plantas útiles de la comarca de la Manchuela*. Colectivo de Escuelas Rurales de la Manchuela. Casas Ibáñez (Albacete). 190 pp..
- Tardío J., Pardo De Santayana M., Lázaro A., Molina M., & Aceituno-Mata L. (2018). (eds.) *Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos a la Biodiversidad Agrícola*. Volumen 1. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Tardío J., Pardo De Santayana M., Lázaro A., Aceituno-Mata L., & Molina M. (2022). (eds.) *Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos a la Biodiversidad Agrícola*. Volumen 2. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Verde, A., Rivera, D., y Obón, C. (1998a). *Etnobotánica en las Sierras de Segura y Alcaraz: Las plantas y el hombre*. Instituto de Estudios Albacetenses. Albacete. 351 pp.
- Verde, A., Rivera, D., Obón, C., y Fajardo, J. (1998b). Plantas medicinales en la provincia de Albacete. Usos, creencias y leyendas. *Revista de tradiciones populares Zahora (28)*: 119.
- Verde, A., Tardío, J. Alcaraz, F. & García-Atienzar, E. (2025, en prensa). *Fichas: Rosa gallica*. En: *Tardío J., Pardo De Santayana M., Lázaro A., Aceituno-Mata L., & Molina M. 2025. (eds.) Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos a la Biodiversidad Agrícola. Volumen 3*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

- Verde, A., Rivera, D., Obón, C. y Fajardo, J. (2008). *Guía de las plantas medicinales de Castilla-La Mancha (y otros recursos de uso medicinal)*. Ed. Altabán. Albacete. 527 pp.
- Vohland, K., Land-Zandstra, A., Ceccaroni, L., Lemmens, R., Perelló, J., Ponti, M., Samson, R. & Wagenknecht, K. (2021). *The science of citizen science*. Springer Nature. 529 pp.

APORTACIÓN AL CONOCIMIENTO DEL MUSGAÑO DE CABRERA (*NEOMYS ANOMALUS* CABRERA, 1907) EN LA CUENCA DEL SEGURA ALBACETENSE

CONTRIBUTION TO KNOWLEDGE OF MEDITERRANEAN WATER SHREW (*NEOMYS ANOMALUS* CABRERA 1907) IN THE SEGURA BASIN OF ALBACETE

Lucas DE LAS HERAS GÓMEZ^{1,*}
*Javier SELVA SÁNCHEZ*¹

Recibido: 5 de mayo de 2024

Aprobado: 25 de septiembre de 2024

Cómo citar este artículo:

De Las Heras, L. y Selva, J. (2024). Aportación al conocimiento del musgaño (*Neomys anomalus* Cabrera, 1907) en la cuenca del Segura Albacetense. *Sabuco*, 18: 59-70. http://doi.org/10.37927/sabuco.18_3.

RESUMEN

El empleo combinado de diferentes técnicas de muestreo indirecto como el análisis de excrementos y el fototrampeo para la detección del musgaño de Cabrera (*Neomys anomalus* Cabrera, 1907) en el ámbito de la cuenca albacetense del río Segura se ha revelado como una herramienta de gran utilidad para el estudio de esta pequeña musaraña acuática en aquellas zonas donde no convive con otras especies de *Neomys* (como el musgaño patiblanco), permitiendo la obtención de datos que amplían su área de distribución en seis nuevas cuadrículas UTM 10x10.

Palabras clave: Albacete, fototrampeo, micromamíferos, rastreo de fauna, Soricidae.

ABSTRACT

The combined use of different indirect sampling techniques such as excrement analysis and camera trapping for the detection of the Mediterranean water shrew (*Neomys anomalus* Cabrera, 1907) in the Albacete ba-

¹ Cooperativa DENDROS.

* Dirección para correspondencia: lucadelasheras@hotmail.com

sin of the Segura River has proven to be a very useful tool for the study of this small aquatic shrew in those areas where it does not coexist with other *Neomys* species (such as the Eurasian water shrew), allowing for the obtainment of data which expands its distribution area in six new grid squares UTM 10x10.

Key words: Albacete, camera trapping, scat survey, shrews, small mammals.

1. INTRODUCCIÓN

El musgaño de Cabrera (*Neomys anomalus*, Cabrera 1907) pertenece a la familia *Soricidae* y se encuentra categorizada como de “preocupación menor” (LC) según la IUCN España de 2006. Los estudios genéticos más recientes proponen su consideración como especie endémica de la península ibérica, diferenciándola de las poblaciones europeas de *Neomys milleri*; durante todo el siglo XX tanto *N. anomalus* como *N. milleri* fueron consideradas una sola especie bajo el nombre de *Nemoyms anomalus* (Igea *et al.*, 2015).

Su distribución cubre amplias zonas de la mitad norte peninsular, especialmente por el cuadrante noroeste, con núcleos poblacionales dispersos en áreas de Huelva, Badajoz, Andalucía oriental y el sur de Albacete, donde aparecía citado exclusivamente en el entorno del nacimiento del río Mundo, Riópar. Ocupa hábitats desde el nivel del mar hasta los 1600 m s.n.m. El hábitat principal son los entornos acuáticos, aun pudiendo colonizar lugares alejados de cursos de agua. Su dieta es estrictamente zoófaga, principalmente invertebrados acuáticos y terrestres (Ventura, 2007).

La puesta en marcha del Proyecto Encebra (Zamora *et al.*, 2020) por parte de diversas asociaciones y entidades conservacionistas supuso un esfuerzo conjunto para la elaboración del *Atlas de los mamíferos de la cuenca del Segura*, el cual busca reflejar la distribución geográfica y estimas de abundancia de las distintas especies de mamíferos que podemos encontrar en este ámbito geográfico. En ese contexto, la detección de un cadáver de musgaño de Cabrera (figura 1) fuera de las cuadrículas en las que había sido citado con anterioridad motivó por nuestra parte una búsqueda específica a través de diferentes métodos de muestreo, cuya ejecución y resultados se exponen en este artículo.



Figura 1. Cadáver de musgaño de Cabrera encontrado en un pequeño arroyo.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La cuenca del Segura comprende seis provincias del sureste peninsular, principalmente la Región de Murcia pero también zonas del sur y este de Albacete, suroeste de Alicante y pequeños enclaves en Almería, Jaén y Granada (figura 2).

En la provincia de Albacete ocupa desde las zonas esteparias de Pétrola y Corral-Rubio y los campos de Hellín hasta las sierras de Segura y Alcaraz. Esta última área, situada en el noroeste de la cuenca, es una región montañosa con una orografía acentuada, caracterizada por la presencia de picos que llegan a alcanzar una altitud de cerca de 2000 m s.n.m. y valles por los que discurren los diferentes afluentes del río Segura, algunos de ellos llegando a perder prácticamente su caudal durante los meses de verano, y junto a los cuales podemos encontrar herbazales de ribera propicios para el musgaño de Cabrera (figura 3).

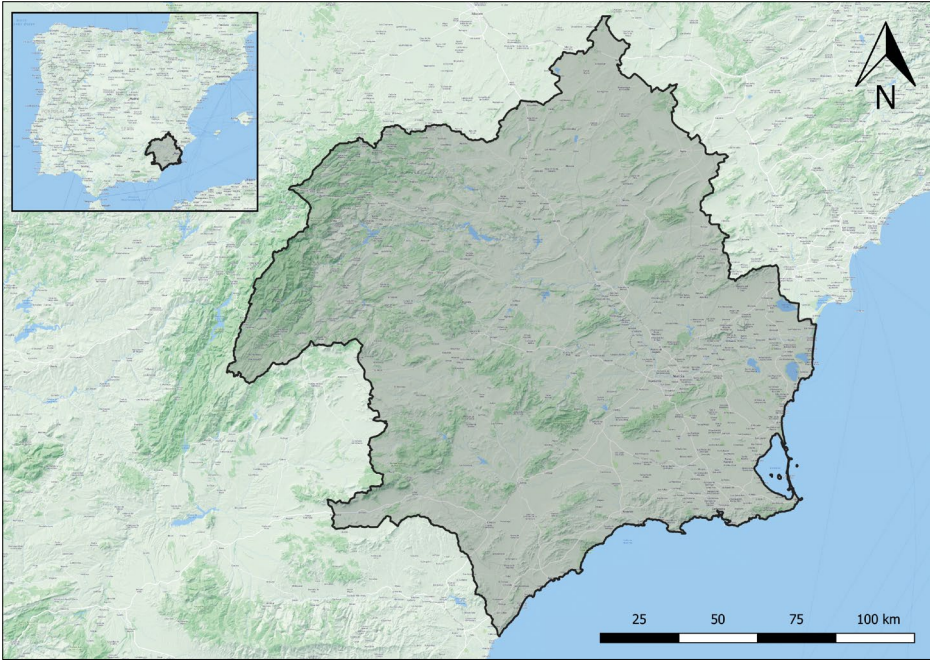


Figura 2. Cuenca hidrográfica del río Segura.



Figura 3. Hábitat del musgaño de Cabera en la zona de estudio. La foto está tomada en uno de los puntos muestreados con cámara en túnel.

2.2. Metodología

La metodología de muestreo del proyecto se basó en el empleo del fototrampeo en túneles para la detección de micromamíferos, así como la búsqueda de rastros a lo largo de transectos estandarizados y la observación directa (más difícil en este grupo faunístico que en otros como las aves o los herpetos). Se seleccionaron como zonas potencialmente óptimas para la detección de la especie aquellas en las que los cursos de agua contenían numerosas piedras sobresalientes dentro del cauce, así como las zonas de ribera con amplios herbazales, utilizando en ellas las dos técnicas simultáneamente.

En total fueron muestreados 27 puntos distribuidos por 22 cuadrículas UTM 10x10 km, en los que se realizó en cada uno de ellos un transecto de 100 metros dentro del cauce fluvial y se colocó una cámara de fototrampeo en túnel (figura 4).



Figura 4. Ubicación de una cámara de fototrampeo en túnel para detección de micromamíferos.

Las cámaras se situaron en bordes de herbazales cercanos a la ribera, a una distancia inferior a 5 metros del curso de agua (Keckel *et al.*, 2014). El túnel estaba fabricado con tres planchas de polipropileno de 50 cm de largo y 20 cm de ancho. La cámara era situada en uno de los extremos y el enfo-

que puesto en la entrada del túnel (las cámaras utilizadas no necesitaron de una lente para mejorar el enfoque) y se mantenía activa durante un mínimo de 15 días.

La revisión bibliográfica reveló que la detección de los excrementos de musgaño de Cabrera podía ser relativamente sencilla en áreas en las que no habitasen también especies de hábitos similares como el musgaño patiblanco (*Neomys fodiens*) o el desmán ibérico o de los Pirineos (*Galemys pyrenaicus*), tal y como describen Aymerich y Gosálbez (2004): aspecto cilíndrico de entre 7 y 10 mm de longitud y con restos visibles de exoesqueletos de invertebrados ubicados sobre rocas presentes dentro del cauce de agua (figuras 5 y 6). En base a todo ello, se realizaron recorridos de 100 metros en los que se buscaron excrementos similares a los de ratón o musaraña sobre grandes piedras dentro de los cursos de agua, que posteriormente fueron conservados en alcohol etílico e identificados genéticamente en el Institut de Biología Evolutiva de Barcelona (Universitat Pompeu Fabra-CSIC).



Figura 5. Detalle de excremento de musgaño de Cabrera.



Figura 6. Ubicación prototípica para detección: piedra rodeada completamente por agua dentro del cauce fluvial.

Los muestreos abarcaron dos periodos de tiempo comprendidos principalmente entre finales de verano de 2020 y la primavera de 2021 (meses de septiembre y abril), y agosto del 2023, si bien fue el primero de ellos en el que se pudo proceder de forma más sistemática.

3. RESULTADOS

En total fueron muestreados 27 puntos distribuidos por 22 cuadrículas UTM 10 x 10 km. Durante el primer periodo de muestreo (2020 y 2021) se consiguieron recolectar un total de 25 muestras de excrementos compatibles con musgaño de Cabrera en 14 localizaciones diferentes. De estas muestras, un total de 7 fueron positivas en el análisis genético (tabla 1), lo que permitió confirmar la presencia de la especie en 6 localizaciones: dos puntos diferentes del río Segura, otros dos del río Tus y tres en dos afluentes del Tus (arroyo de la Sierra y arroyo Morote). Por su parte, la colocación de cámaras de fototrampeo en diversas zonas de la sierra permitió obtener 2 grabaciones en vídeo de musgaño de Cabrera en dos puntos diferentes: río Mencal y arroyo de los Endrinales. En total fueron 8 las nuevas localizaciones obtenidas para la especie distribuidas en 6 cuadrículas diferentes (figura 7 y tabla 1).

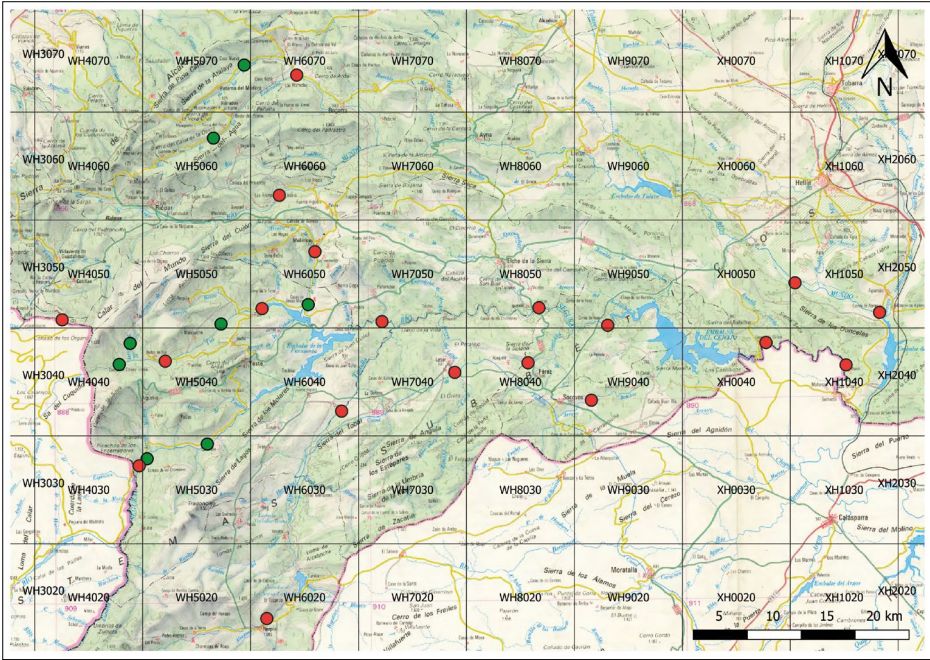


Figura 7. Mapa con los puntos muestreados (en verde contactos positivos; en rojo contactos negativos).

En el segundo periodo de muestreo (2023) las cámaras de fototrampeo colocadas no recogieron ningún registro de la especie, a la vez que se recolectaron un total de 18 muestras que todavía no han podido ser analizadas, por lo que no pudo ser confirmado ningún contacto positivo con la especie. Cabe señalar que las condiciones meteorológicas en el momento de los muestreos, especialmente las lluvias registradas en los días previos a las visitas de campo dificultaron la tarea de localización de excrementos.

Tabla 1. Tabla con los contactos positivos con la especie (análisis de excrementos y fototrampeo).

Localidad	Coordenadas UTM	Río	Fecha	Técnica de detección
La Graya (Yeste)	555371-4239007	Río Segura	04/09/2020	Excrementos
Ladonar (Yeste)	550396-4238448	Río Segura	04/09/2020	Excrementos
Hoya Tinadas (Yeste)	557080-4250224	Río Tus	04/09/2020	Excrementos
Arroyo Morote (Yeste)	565304-4252172	Río Segura	04/09/2020	Excrementos
Collado Tornero (Yeste)	547797-4246637	Río Tus	15/09/2020	Excrementos





Localidad	Coordenadas UTM	Río	Fecha	Técnica de detección
Los Giles (Yeste)	548829-4248589	Arroyo de la Sierra (río Tus)	16/09/2020	Excrementos
Paterna del Madera	559409-4274360	Río Mencal	10/04/2021	Fototrampeo
Batán del Puerto	556557-4267590	Arroyo de los Endrinales	10/04/2021	Fototrampeo

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos tanto en este muestreo específico como en el resto de los trabajos realizados en el marco del Proyecto Encebra por otros equipos revelan que la distribución del musgaño de Cabrera en el sureste ibérico es mucho más amplia de lo que se consideraba, pasando de una presencia confirmada en 3 cuadrículas (Ventura, 2007) a 9 dentro de la cuenca del Segura (la gran mayoría en territorio albaceteño), según los resultados de este trabajo. Datos todavía pendientes de publicar en el *Atlas de los mamíferos de la cuenca del Segura*, probablemente aumenten la cifra de cuadrículas con presencia de la especie así como el número total de citas.

Por su parte, el empleo combinado de varias técnicas de muestreo indirecto ha resultado ser muy efectivo para la detección de esta pequeña y esquiva musaraña en el área de estudio dada la ausencia de otras especies similares de musgaños o desmanes, siendo especialmente interesante el análisis de excrementos en ese sentido. Resulta curioso el hecho de que no coincidan puntos en los que se haya detectado a la especie con ambas técnicas.

Otro elemento para considerar es la importancia de muestreos específicos como éste para especies de las que se tiene muy poca información, tanto a nivel peninsular como europeo, con las que se ha comprobado que el diseño de metodologías adaptadas a las singularidades de estas especies y un aumento en el esfuerzo de muestreo suele ir aparejado con nuevos contactos y un aumento en su área de distribución (Román, 2023; Merzlikin y Sheverdyukova, 2010; Balčiauskas *et al.*, 2016; Jentke y Scheffner, 2018; Savarin y Savarina, 2019).

Por ello, consideramos prioritario continuar trabajando para la obtención de más información sobre la distribución y el estado de conservación del musgaño de Cabrera y de los hábitats que ocupa, especialmente en el seco sureste peninsular donde la modificación de los caudales ecológicos de los ríos a causa de la actividad humana y el descenso de los regímenes

pluviométricos consecuencia del cambio climático pueden suponer una amenaza para esta especie.

AGRADECIMIENTOS

A Pere Aymerich por todo el asesoramiento para el desarrollo de la metodología y José Castresana por el análisis de las muestras. A José Antonio Cañizares por el apoyo en la sistematización de la toma de datos. A todo el equipo de colaboradoras y colaboradores del proyecto Encebra que han aportado valiosísimas informaciones sobre ésta y otras especies en la cuenca del Segura y que nos han permitido crecer como naturalistas. A Joaquín Jiménez por su trabajo en la elaboración de los mapas y al resto de compañeras de la cooperativa Dendros por posibilitarnos las condiciones materiales para realizar este trabajo. A nuestras familias por apoyarnos en esta pasión que es el estudio y seguimiento de la fauna ibérica.

La autoría de todas las figuras y fotografías corresponde a los autores.

BIBLIOGRAFÍA

- Aymerich, P. y Gosálbez, J. (2004). La prospección de excrementos como metodología para el estudio de la distribución de los musgaños (*Neomys sp.*) *Galemys*, 16: 83-90.
- Balčiauskas, L., Balčiauskienė, L. y Timm, U. (2016). Mediterranean water shrew (*Neomys anomalus*): range expansion northward. *Turkish Journal of Zoology*, 40: 103-111.
- Igea J, Aymerich P, Bannikova AA, Gonsálvez J y Castresana J. (2015). Multilocus species trees and species delimitation in a temporal context: application to the water shrews of the genus *Neomys*. *BMC evolutionary biology*, 15 (1): 1-16.
- Jentke, T. y Scheffner, J., 2018. Recent records of the mediterranean water shrew (*Neomys anomalus*). Testing an alternative survey method in the northern eifel region. En Ohrem, J., Decher, J., Hutterer, R., Astrin, J., Eitzbauer, C. Bodenheimer, A. y Twietmeyer, S. *92 Annual Meeting of the German Society for Mammalian Biology*.
- Keckel, M. R., Ansorge, H., y Stefen, C. (2014). Differences in the microhabitat preferences of *Neomys fodiens* (Pennant 1771) and *Neomys anomalus* (Cabrera, 1907) in Saxony, Germany. *Acta Theriologica*, 59: 485-494.
- Merzlikin I., y Sheverdyukova A. (2010). New records of the Mediterranean water shrew, *Neomys anomalus* Cabrera (Insectivora, Soricidae), in the Sumy oblast. *Proceedings of the Theriological School.*, 10: 135-136.
- Román J. (2023). 50 years without records: *Neomys anomalus* still present in the province of Huelva. *Galemys*, 35: 79.

- Savarin, A. y Savarina, V. (2019). The mediterranean water shrew (*Neomys anomalus*) in Northern Belarus: new records and identification criteria. *Theriologia Ukrainica*, 18: 137–143.
- Ventura, J. (2007). *Neomys anomalus* (Cabrera, 1907). Pp:114-116. En: Palomo, L.J., Gisbert, J. y Blanco, J.C. (Eds.). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.
- Zamora, J.M., Rocamora, A., García, A., González, G., Lorenzo, L., Ferrández, T. y Catarineu, C. (2020). El Proyecto Encebra: una iniciativa para el estudio y conservación de los mamíferos en el sureste ibérico. *Revista Eubacteria*, 39: 24-33.

FUENTES NECTARÍFERAS Y POLINÍFERAS DE TRES ESPECIES DE *VOLUCELLA* (GEOFFROY) (*DIPTERA*, *SYRPHIDAE*) DE LOS CARDALES DEL MACIZO CAZORLA-SEGURA-ALCARAZ (ESPAÑA)

NECTARIFEROUS AND POLLINIFEROUS SOURCES OF THREE SPECIES OF *VOLUCELLA* (GEOFFROY) (*DIPTERA*, *SYRPHIDAE*) FROM THE CARDALES OF THE CAZORLA-SEGURA-ALCARAZ MASSIF (SPAIN)

José LARA RUIZ*

Recibido: 15/11/2018

Aprobado: 25/07/2024

Cómo citar este artículo:

Lara Ruiz, J. (2024). Fuentes nectaríferas y poliníferas de tres especies de *Volucella* (Geoffroy) (*Diptera*, *Syrphidae*) de los cardales del macizo Cazorla-Segura-Alcaraz (España). *Sabuco*, 18: 71-78. http://doi.org/10.37927/sabuco.18_4

RESUMEN

Se estudian las fuentes nectaríferas y poliníferas de *Volucella elegans*, *V. inanis* y *V. zonaria* en los cardales del macizo Cazorla-Segura-Alcaraz (Jaén, Albacete, SE de la península ibérica). Las 3 especies de *Syrphidae* presentes en el macizo visitan 28 especies de plantas en cuatro tipos diferentes de comunidades vegetales de cardales.

Palabras clave: cardales, fuentes poliníferas y nectarias, SE península ibérica, *Volucella elegans*, *V. inanis*, *V. zonaria*.

ABSTRACT

Nectar and pollen sources of the *Volucella elegans*, *V. inanis* y *V. zonaria* were studied in the thistles of the Cazorla-Segura-Alcaraz mountains (SE Iberian Peninsula). The three species of *Syrphidae* present in the study area visit 28 species of plants in four kinds of thistles.

Key words: nectar and pollen sources, SE Iberian Peninsula, thistles, *Volucella elegans*, *V. inanis*, *V. zonaria*.

* Dirección para correspondencia: jlara5@gmx.es

1. INTRODUCCIÓN

Los dípteros son uno de los tres órdenes de insectos más abundantes y diversos del mundo y están, presentes en casi todos los hábitats y biomas (Tolrá, 2002), tanto naturales como agrícolas (Skevington y Dang, 2002). Un total de 61 familias de dípteros son visitantes florales, visitando, al menos, 555 especies de plantas antófilas, incluidos unos 100 cultivos (Larson *et al.*, 2001). Como polinizadores desempeñan un papel importante en la agrobiodiversidad de los cultivos y en la biodiversidad de los ecosistemas naturales (Ssymank's *et al.*, 2008). De todos los dípteros, los sírfidos son los polinizadores más importantes, después de abejas y abejorros (Larson *et al.*, 2001).

En la península ibérica existen 421 especies (Ricarte y Marcos-García, 2017), de las cuales 209 están presentes en el macizo subbético (Alcaraz-Segura-Cazorla-La Sagra) (datos propios).

Igual que sus larvas, los adultos se alimentan de otros insectos, por lo que es importante su papel como depredadores de plagas (Ricarte y Marcos-García, 2017). Pero, además, los sírfidos adultos son importantes visitantes florales, utilizando una amplísima variedad de flores entomófilas (De Buck, 1990; Ssymank's, 2001), como por ejemplo especies de *Plantago* que, aunque pueden ser polinizadas por el viento en poblaciones naturales, son también visitadas por sírfidos en condiciones protegidas (Stellemann, 1978). Los sírfidos son importantes polinizadores tanto en ecosistemas naturales como en comunidades antropogénicas (Bankowska, 1982, Stefanescu *et al.*, 2018).

Las principales fuentes nectarífero-poliníferas de los sírfidos son *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Rosaceae*, *Brassicaceae* y *Ranunculaceae* (Lara Ruiz, 2019) y, por tanto, también de *Volucella* (Lara Ruiz, 2017 a, b). El hecho de que las *Asteraceae* sean muy frecuentes en los cardales, además del fácil reconocimiento específico desde la distancia de este género de sírfidos, justifican su elección como material en el presente estudio.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en seis localidades (tabla 1) del macizo subbético Cazorla-Segura-Alcaraz (Jaén, Albacete, SE península ibérica). Las observaciones se realizaron en las cuatro comunidades diferentes de cardales descritas por Cano *et al.*, (1999) en nuestra zona de estudio:

- **Cardales de taludes y desmontes sobre suelos poco profundos** (*Nothobaso syriacae*-*Scolymetum maculati* Ladero *et al.* 1981)
- **Tobarales de bordes de caminos, eriales, basureros y escombreras** (*Onopordetum nervosi* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958)

- **Cardales de bordes de caminos y reposaderos de ganado** (*Verbasco gigantei-Onopordetum acaule* Mota, Peñas & Cabello 1997)
- **Carduales altos y densos** (*Carduo bourgaeani-Silybetum mariani* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa & Loidi 1992)

Los cuatro tipos de comunidades se encontraban en todas las localidades estudiadas.

Los datos se recogieron al menos dos veces por semana (entre las 10 y las 20 horas solares) desde finales de mayo hasta finales de agosto, coincidiendo con el período de floración de todas las especies de cardos, a lo largo de cinco años (2005-2009). Se consideraron como unidad de muestreo períodos de quince minutos, durante los cuales se anotaron las especies de *Volucella* (*V. elegans* Loew, 1862, *V. inanis* (Linnaeus, 1758) y *V. zonaria* (Poda, 1761)) que se posaban en las flores de las especies de plantas presentes en cada comunidad de cardal. La media de observaciones por día fue de 24, realizándose un total de 544 horas de observación. Las observaciones se realizaron con prismáticos a una distancia de 10 metros para no interferir en la actividad de forrajeo de los insectos. En cada observación se anotó la especie de planta, la especie de estos tres sírfidos que la visitaron y su actividad (como visitante o polinizador potencial). Se considera polinizador potencial aquel insecto en el que se observó que, durante su actividad de forrajeo en la flor, se adherían granos de polen a su cuerpo y visitaba otra flor de la misma especie de planta. Si sólo se observó al insecto visitando una sola flor de la misma especie, se le considera sólo como visitante floral.

Todas las observaciones fueron realizadas por parte del autor.

Tabla 1. Localidades donde se ha llevado a cabo el estudio

Localidad	Coordenadas	Altitud (m s.n.m.)
1. Arroyo frío (Albacete)	30SWH45	780
2. Yeste (Albacete)	30SWH54	600
3. Cortijos Nuevos (Jaén)	30SWH23	900
4. Acebeas (Jaén)	30SWH34	1300
5. Puente de las Herrerías (Jaén)	30SWG09	1000
6. La Muela Baja (Jaén)	30SWH01	1100

En la tabla 3 se presenta la relación de fuentes nectaríferas y poliníferas de las tres especies de *Volucella* que liban, su actividad como polinizadores

potenciales o visitantes florales y su frecuencia de visitas a la flor, calculada según el siguiente protocolo:

- muy frecuente (+++), presente al menos en el 75 % de los muestreos.
- frecuente (++), presente al menos en el 50 % de los muestreos.
- rara (+), presente en menos del 5 % de los muestreos.

3. RESULTADOS

Las tres especies de *Syrphidae*: *Volucella elegans*, *V. inanis* y *V. zonaria*, presentes en el área de estudio visitaron un total de 28 especies de plantas diferentes (tabla 2).

Tabla 2. Fuentes nectaríferas y poliníferas de *Volucella elegans*, *V. inanis* y *V. zonaria* en el macizo Cazorla-Segura-Alcaraz con indicación de la comunidad vegetal, localidades y horas de estudio

Especie	Comunidad vegetal	Localidades	Horas de estudio
<i>Carduus granatense</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	83
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	42
<i>Cirsium odontolepis</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	75
<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	51
<i>Daucus carota</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	62
<i>Marrubium vulgare</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	42
<i>Onopordum acaulon</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	85
<i>Pastinaca sylvestris</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	2, 3, 5, 6	49
<i>Reseda lutea</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	1, 2, 3, 4, 5	66
<i>Salvia verbenaca</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	80
<i>Verbascum giganteum</i>	<i>Verbasco-Onopordetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	80
<i>Centaurea calcitrapa</i>	<i>Onopordetum nervosi</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	92
<i>Cichorium intybus</i>	<i>Onopordetum nervosi</i>	1, 2, 3, 4, 5	66
<i>Eryngium campestre</i>	<i>Onopordetum nervosi</i>	1, 2, 3, 4, 5	54
<i>Onopordum nervosum</i>	<i>Onopordetum nervosi</i>	1, 2, 3, 4, 5	83





Especie	Comunidad vegetal	Localidades	Horas de estudio
<i>Picnomon acarna</i>	<i>Onopordetum nervosi</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	54
<i>Reseda luteola</i>	<i>Onopordetum nervosi</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	80
<i>Carduus bourgeanus</i>	<i>Nothobaso-Scolymetum</i>	2, 4, 5, 6	33
<i>Carlyna corymbosa</i> ssp. <i>hispanica</i>	<i>Nothobaso-Scolymetum</i>	2, 4, 5, 6	62
<i>Carythamus lanatus</i> ssp. <i>lanatus</i>	<i>Nothobaso-Scolymetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	49
<i>Centaurea aspera</i> ssp. <i>aspera</i>	<i>Nothobaso-Scolymetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	49
<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Nothobaso-Scolymetum</i>	2, 3, 4, 6	43
<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Nothobaso-Scolymetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	49
<i>Nothobasis syriaca</i>	<i>Nothobaso-Scolymetum</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	49
<i>Scolymus hispanicus</i>	<i>Nothobaso-Scolymetum</i>	1, 2, 5, 6	50
<i>Carduus pycnocephalus</i>	<i>Carduo-Silybetem</i>	1, 3, 5	69
<i>Carduus tenuiflorus</i>	<i>Carduo-Silybetem</i>	2, 3, 4, 6	70
<i>Silybum marianum</i>	<i>Carduo-Silybetem</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6	67
Especies: 28	Biotopos: 4		

Tabla 3. Relación de especies nectaríferas y poliníferas en el macizo Cazorla-Segura-Alcaraz (+++ = muy frecuente, ++ = frecuente, + = rara) (P = polinizador potencial, Tp = total de especies de *Volucella* como polinizadores potenciales)

Especie	V. elegans	V. inanis	V. zonaria	Tp
<i>Carduus granatensis</i> Willk.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Cirsium odontolepis</i> Boiss. ex DC.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	P+++	P+++	P+++	3





Especie	V. elegans	V. inanis	V. zonaria	Tp
<i>Daucus carota</i> L.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Marrubium vulgare</i> L.	++	++	++	0
<i>Onopordum acaulon</i> L.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Pastinaca sylvestris</i> Mill.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Reseda lutea</i> L.	+	+	+	0
<i>Salvia verbenaca</i> L.	+	+	+	0
<i>Verbascum giganteum</i> (Willk.) Nyman	P+++	++	+	1
<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Cichorium intybus</i> L.	++	++	++	0
<i>Eryngium campestre</i> L.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Onopordum nervosum</i> Boiss.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Picnomon acarna</i> (L.) Cass	P+++	P+++	P+++	3
<i>Reseda luteola</i> L.	+	+	+	0
<i>Carduus bourgeanus</i> Sch.Bip. ex Boiss. y Reut.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Carlyna corymbosa</i> (Lam.) O.Bolòs y Vigo	P+++	P++	P++	3
<i>Carthamus lanatus</i> L.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Centaurea aspera</i> L.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Chondrilla juncea</i> L.	+	+	+	0
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Nothobasis syriaca</i> (L.) Cass.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	P+++	++	P+++	2
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	P+++	P+++	P+++	3
<i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis	P+++	P+++	P+++	3



Especie	V. elegans	V. inanis	V. zonaria	Tp
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	P+++	P+++	P+++	3
Total especies visitadas	28	28	28	
Polinizadores potenciales	22	20	21	
Visitantes florales	6	8	7	

4. CONCLUSIONES

Los cardales son una importante fuente de alimentación para las especies de sírfidos en el macizo Cazorla-Segura-Alcaraz, las tres especies encontradas aparecen en las cuatro comunidades vegetales estudiadas y con un amplio rango de diversidad de plantas nutricias: 28 especies de plantas nutricias visitadas por las tres especies de *Volucella*.

Estas tres especies de *Volucella* son visitantes frecuentes, por lo tanto polinizadores potenciales, de la flora en los cuatro tipos de cardales presentes en la zona de estudio (*V. elegans* se alimenta de los recursos florales de 22 especies, *V. inanis* de 21 especies y *V. zonaria* de 20 de las especies de plantas presentes) (tabla III).

Las tres especies de *Syrphidae* se alimentan de los recursos florales de muchas de las especies presentes en los cuatro tipos de cardales estudiados, por lo que la conservación de estos ecosistemas es importante para preservar recursos nutritivos y por tanto la supervivencia de los adultos de *V. elegans*, *V. inanis* y *V. zonaria* en el macizo Cazorla-Segura-Alcaraz.

BIBLIOGRAFÍA

- Bankowska, R. (1982). *Hover flies (Diptera, Syrphidae) of Warsaw and Mazovia, Memorabilia Zoologica* 35: 57-78.
- Cano, E., Torres, J. A., Garcia, A., Salazar, C., Melendo, M, Ruiz, L. y J. Nieto (1999). *Vegetación de la provincia de Jaén. Campiña, Depresión del Guadiana Menor y Sierras Subbéticas*. Universidad de Jaén. 159 pp.
- De Buck, N. (1990). Bloembezoek en bestuivingsecologie van Zweefvliegen (Diptera, Syrphidae) in het bijzonder voor België. *Studiendocumenten Royal Belgian Institute of Natural Sciences* 60: 1-167. Brussels.
- Lara Ruiz, J. (2017a). Fuentes poliníferas y nectaríferas de *Volucella* en los prados secos calcáreos y estepas de los Pirineos y el Macizo Cazorla-Segura (Península Ibérica) (Diptera, Syrphidae). *Micobotánica-Jaén*. Año XII. Nº 2.

- Lara Ruiz, J. (2017b). Fuentes nectaríferas y poliníferas de *Volucella* en los herbazales nitrófilos vivaces de claros de bosques húmedos (*Epilobietea angustifolii*) en la Península Ibérica. *Micobotánica-Jaén*. Año XII. N° 2.
- Lara Ruiz, J. (2019). *Fuentes nectaríferas y poliníferas de los Syrphidae ibéricos*. E-book. 934 pp.
- Larson, B., Kevan, P. y D. Inouye (2001). Flies and flowers: taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *Can. Entomol.* 133: 439-465.
- Ricarte, A y M. A. Marcos-García (2017). A checklist of the Syrphidae (Diptera) of Spain, Andorra and Gibraltar. *Zootaxa* 4216 (5): 401.
- Rivas-Martínez, S., Díaz, S. T., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J. Lousa, M. y A. Penas (2002). Vascular Plants communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica* 15 (1-2): 5-922.
- Skevington, J. H. y P. T. Dang (2002). Exploring the diversity of flies (Diptera). *Roy. Soc. Chem.* 3: 3-27.
- Stefanescu, C., Aguado, L. O., Asís, J. D., Baños-Picón, L., Cerdá, X., Marcos García, M. A., Micó, E., Ricarte, A. y J. Tormos (2018). Diversity of insects pollinators in the Iberian Peninsula. *Ecosistemas* 27 (2): 9-22.
- Stelleman, P. (1978). The possible role of insect visits in pollination of reputedly anemophilous plants, exemplified by *Plantago lanceolata* and syrphid flies. *Linnaean Society Symposium* 6: 41-46.
- Ssymank's, A. (2001). Vegetation and flower-visiting insects in cultivated landscapes. *Bonn Bad Godesberg* 64: 513.
- Ssymank's, A., Kearns, C. A., Pape, T. y F. C. Thopmson (2008). *Pollinating Flies (Diptera): A major contribution to plant diversity and agricultural production*. *Biodiversity* 9 (1-2): 86-89.
- Tolrá Hjorth-Andersen, M. C. (2002). *Catálogo de los Diptera de España, Portugal y Andorra (Insecta)*. Monografías SEA N.º 8. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza.

LAGUNA DE LOS OJOS DE VILLAVERDE: UNA APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD HIDROLÓGICA Y QUÍMICA

OJOS DE VILLAVERDE LAKE: AN APPROACH TO THE HYDROLOGICAL AND CHEMICAL VARIABILITY

Jesús POZO¹

Recibido: 8 de julio de 2024

Aprobado: 25 de septiembre de 2024

Cómo citar este artículo:

Pozo, J. (2024). Laguna de Los Ojos de Villaverde: una aproximación a la variabilidad hidrológica y química. *Sabuco*, 18: 79-114. http://doi.org/10.37927/sabuco.18_5

RESUMEN

El interés por los humedales entre la comunidad científica en las últimas décadas radica en que son ecosistemas escasos, complejos, con una gran biodiversidad y una elevada actividad biológica, que proporcionan un buen número de servicios ecosistémicos. Este trabajo se centra en la físico-química del agua en uno de los humedales manchegos mejor conservados: La laguna de los Ojos de Villaverde. Aprovechando visores geográficos, bases de datos meteorológicos y de gestores del agua, junto con medidas de campo y análisis de laboratorio, se realiza una aproximación al balance de masas hidrológico y químico a lo largo de 10 años en época estival. Una estabilidad del nivel de las aguas abiertas y una escasa estratificación térmica de la columna de agua contrastan con lo esperable para lagunas manchegas y es fruto de la alimentación subterránea que, incluso en época de estiaje, permite un flujo suficiente para mantener el nivel del agua sin apenas variación. Ese acuífero condiciona la química del agua, pero la actividad biológica marca los comportamientos de los componentes nitrogenados y del fósforo, poniendo en valor el balance de masas como indicador funcional. Cuanto mayor sea nuestro conocimiento sobre estos ecosistemas, mejor se podrá llevar a cabo su gestión. Estudios extendidos en el tiempo con una mayor frecuencia en la columna de agua y en el cinturón de helófitos aportarían información muy valiosa. Asegurar los aportes actuales de agua y reducir la fertilización con nitratos en la cuenca son esenciales para la conservación de este paraje tan singular.

¹ Catedrático de Ecología jubilado de la Universidad del País Vasco/EHU, jesus.pozo@ehu.es, ID <https://orcid.org/0000-0003-3104-5423>

Palabras clave: acuifero, balances, Castilla-La Mancha, ecología, humedal, serie temporal, verano.

ABSTRACT

The concern of wetlands among the scientific community in the last decades is based on the scarcity, the complexity and the great biodiversity of these ecosystems, where biological activity is high and several ecosystem services are supplied. This work focuses water physico-chemistry in one of the best conserved wetlands from La Mancha: The Laguna de los Ojos de Villaverde. By using geographic viewfinders, weather and water manager data bases, together with field measures and laboratory analyses, an approach to water and chemical budgets was performed in summer for 10 years. Small change in water level surface and a slight thermal stratification of water column contrast with expected summer conditions for La Mancha lakes, what is the result of groundwater fluxes that, even during summer, are enough to maintain surface water level without noticeable variation. The aquifer influence water chemistry of the lake, but biological activity affects nitrogen and phosphorus compounds, showing that mass budget is a good functional indicator of the ecosystem. The more knowledge we have about these systems, the better will be their management. Frequent and time extended research on the water column and the surrounding helophyte border would provide valuable insight. To maintain present water supplies and to reduce the use of nitrates as agricultural fertilizers in the catchment are essential to the wetland conservation.

Key words: aquifer, budgets, Castilla-La Mancha, ecology, summer, time series, wetland

1. INTRODUCCIÓN

Encontrar una definición precisa y admitida unánimemente del concepto humedal no es fácil, como tampoco lo es elegir la denominación apropiada para este tipo de sistemas, a caballo entre el agua y la tierra (González Bernáldez, 1996; Babinger, 2002). En España, en función del área geográfica y de la cultura local, muchas acepciones diferentes como aguarral, carrizal, laguna, masiega, nava, ojo o tabla, por citar unas pocas, pueden referirse a lo mismo. Scheffer (1998) considera que el término humedal hace referencia a lagos someros y al medio terrestre circundante anegado y ocupado por vegetación ligada al agua, de modo que el conjunto supone un hábi-

tat muy rico en términos de biodiversidad. En la Ley de Aguas vigente en España (Ministerio de la Presidencia, Justicia y Relaciones con las Cortes, 2023), el término humedal sólo aparece citado una vez (artículo 92) y de manera tangencial, una falta de referencias al término que contrasta con el gran interés que durante las últimas cuatro décadas ha suscitado entre la comunidad científica. La primera convención sobre humedales a nivel internacional celebrada en 1971 en Ramsar (Irán) fue fundamental, creciendo el interés por los humedales, su conocimiento y su gestión (Cirujano *et al.*, 2010). Esa importancia medioambiental se ha puesto de manifiesto en un aumento de aportaciones científicas, tanto en revistas especializadas como en libros específicos, que, como indica Babinger (2002), proporcionan las herramientas para su adecuada gestión y conservación. Y ese no ha sido el único indicador, sino que se han prodigado los eventos, convenciones, congresos... celebrados *ad hoc* (ej. Sánchez-Carrillo y Angeler, 2010).

La conjunción de aguas abiertas y el gran desarrollo de macrófitos, además de una gran biodiversidad, confiere a estos ambientes una alta productividad, principalmente porque la mayoría son lagos pequeños y someros, y la influencia de su entorno húmedo terrestre es muy fuerte, tanto por la actividad biológica que se desarrolla ahí, como porque altera la composición química de la escorrentía superficial que atraviesa ese espacio litoral antes de llegar a la masa de agua abierta (Wetzel, 2001). Además, los humedales proporcionan importantes servicios ecosistémicos, como la regulación climática e hidrológica, la formación de suelos, el control de plagas, la provisión de hábitats (inherentes a la biodiversidad elevada), tanto para especies residentes como migrantes, al margen de contribuir a la depuración de las aguas y al reciclaje de nutrientes, aportar alimento, o aspectos recreativos y culturales (Comín, 2014; Thomaz, 2023). A todo ello hay que añadir que actualmente son ambientes escasos. Antaño más frecuentes, la disminución de los mismos durante la mayor parte del siglo XX (Scheffer, 1998; La Calle, 2003) se debió, entre otras causas, a la eliminación de zonas potencialmente insanas por el estancamiento de sus aguas y al aprovechamiento de las tierras, antes anegadas, para ampliar zonas agrícolas. En España, a principios de los noventa, había desaparecido la mitad de los humedales existentes sólo cuarenta años atrás (Matamala y Aguilar, 2003).

Dado su indudable valor ecológico y su escasez, se entiende la preocupación ante el deterioro que, desde hace tiempo, vienen sufriendo por la actividad humana, más si cabe en ambientes mediterráneos (ej. Florín, 1999; Florín y Montes, 1999; Paracuellos, 2003). Alteraciones de la cuenca hidrográfica, manifestadas en la hidrología, la química del agua, la morfología del sistema, los vertidos de sustancias tóxicas, la pérdida de especies o la expansión de especies invasoras, entre otras, son frecuentes en los humedales. Tampoco han sido raros los incendios de la vegetación circundante al objeto de sacar provecho de los pastos (González *et al.*, 1991), que, a su

vez, traen asociadas otras consecuencias en las aguas, como el aumento de la concentración de nutrientes, la turbiedad o la temperatura, así como descensos del oxígeno disuelto (Morales *et al.*, 2023). A todo ello hay que sumar los efectos del cambio climático, con respuestas dependientes del área geográfica e influidas por otros factores ambientales como la eutrofización o la acidificación (Adrian *et al.*, 2009). Por esas relaciones, cambio climático y calidad del agua se postulan como aspectos esenciales actuales y futuros de la investigación sobre humedales (Gao *et al.*, 2023). Ante toda esa serie de amenazas, la importancia de la gestión para la conservación de estos sistemas es muy elevada (Paracuellos, 2003; Florín, 2011).

El conocimiento profundo de los humedales y de los problemas que los afectan es resultado de involucrar a un buen número de especialistas, desde geógrafos y geólogos a hidrólogos, botánicos, zoólogos, ecólogos y limnólogos, entre otros, y de ir construyendo una buena base de datos que podría estructurarse de manera que fuese fácil disponer de toda la información existente sobre una misma masa de agua y convertirse en una herramienta útil para la gestión (Camacho *et al.*, 2019).

El estudio de las características físico-químicas de las aguas dulces sigue siendo de actualidad porque la vida en esos ecosistemas está condicionada por ellas y son buenos indicadores de impactos sobre los mismos (Pinheiro *et al.*, 2021). El balance de masas de agua y de los componentes químicos que contiene es un aspecto fundamental del funcionamiento de un sistema lenítico, saldo neto de su actividad, y puede ser buen indicador de cómo es afectado el sistema por la variabilidad climática y las actividades humanas. Uno de los ejemplos más conocidos, y sobre el que más información existe, es el lago Mirror, en la región de los lagos de Estados Unidos, seleccionado en los años 70 para realizar estudios a largo término (Winter y Likens, 2009). En este tipo de aproximación, se considera al ecosistema acuático como una especie de caja negra de la que sólo se cuantifican entradas y salidas del sistema (Dodds, 2002). Esta tarea no está exenta de dificultades para medir todos los flujos y compartimentos en un humedal (Bansal *et al.*, 2023), pero es extremadamente útil para revelar deterioros de la calidad del agua y factores hidroclimáticos que más influyen sobre la disponibilidad de agua a escala anual o estacional, particularmente en cuencas del sudeste de España (Pulido-Velázquez *et al.*, 2021). Debido a fluctuaciones locales en el clima de año en año, los balances deberían extenderse a lo largo de varios años, ya que aportan información útil para la planificación de diversos tipos de proyectos, como los de restauración (Hinegk *et al.*, 2023 y referencias incluidas). Como apuntan Sánchez-Carrillo y Angeler (2010), los mejores programas sobre manejo y conservación de los humedales requieren un conocimiento a largo término sobre la ecología de estos sistemas.

El análisis del balance hidrológico y químico cobra especial interés en cualquier sistema que esté sometido a una fuerte influencia de la recarga por acuífero, y puede poner de manifiesto la influencia de éste en el mantenimiento del sistema lacustre en épocas de estrés hidrológico. En estas situaciones, en la línea apuntada más arriba, para obtener una respuesta tendencia es necesario contar con una serie temporal de observaciones más o menos larga. El objetivo del presente trabajo es realizar una aproximación a la medida de balances hidrológicos y químicos, así como arrojar luz sobre la influencia de la recarga hidrológica subterránea durante el verano en el funcionamiento de la laguna de los Ojos de Villaverde, uno de los muchos humedales aún presentes en la provincia de Albacete (Castilla La Mancha, España) (Herreros, 1987; Cirujano *et al.*, 1988; Vicente *et al.*, 1998). Se eligió en especial la estación estival, época de mayor estabilidad climática en la región, y una serie temporal de diez años, al objeto de observar resultados lo menos dependientes posible de la fecha concreta en la que eran obtenidos. Se trataba de recabar información sobre un aspecto no abordado en este humedal y suscitar el interés para el desarrollo de estudios más ambiciosos en este tipo de sistemas tan complejos y valiosos.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La laguna de los Ojos de Villaverde se localiza (38°48'28"N, 2°22'12"W, a 920 msnm) en el extremo oriental de la comarca del Campo de Montiel, un altiplano entre las provincias de Ciudad Real y Albacete (sureste de Castilla-La Mancha) (figura 1). La delimitación natural de esta comarca, basada en criterios geomorfológicos, ocupa una extensión de 3936 km², de los que el 51,8 % corresponden a la provincia de Albacete (Serrano de la Cruz, 2013).

La superficie íntegra de la cuenca de drenaje de la laguna, de una extensión de unos 55 km², medida realizada con el visor SIGNA (Sistema de Información Geográfica Nacional) del Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (IGN, 2023a), abarca territorio de los municipios de Alcaraz, El Balletero, El Bonillo y Robledo, llegando a rozar el de Lezuza. Esta cuenca está delimitada por cumbres que superan los 1060 m en la Cabeza de Villaverde, por el este, y el Cerro de Don Juan, por el oeste, y forma parte de la cabecera de la Demarcación del Júcar (figura 1).



Figura 1. Área de estudio. En el centro se muestra un mapa de la zona con el área sombreada correspondiente a la cuenca hidrográfica de la Laguna de los Ojos de Villaverde. A la derecha, sobre la imagen, se indican las estaciones de muestreo: S y P corresponden a tributarios de la laguna, C, C2, R y R2 a emisarios de la misma. Los números señalan las estaciones dentro de la laguna. Figura confeccionada a partir del visor SIGNA de Instituto Geográfico Nacional.

2.1.1. Geología

El substrato geológico de la cuenca hidrográfica de la laguna está dominado por calizas y calizas oolíticas del Jurásico (unidad geológica 44). Adquieren también importancia las margas verdes con intercalaciones de dolomías y calizas y, ocasionalmente, yesos (unidad geológica 41) (tabla 1). Se dan cita, asimismo, las gravas cuarcíticas del Terciario. A lo largo del río Pontezuelas, que da lugar a la laguna, y más recientes (Cuaternario), son importantes los depósitos aluviales de fondo de valle y, en menor medida, otras dolomías, calizas y arcillas (IGN, 2023b). Estos materiales geológicos facilitan la permeabilidad, propiciando el desarrollo de importantes acuíferos en esta zona (González, 2000; González y Vázquez, 2000). Un grupo de manantiales alimentan la laguna a través del río Pontezuelas y del arroyo del Sabinar, así como mediante surgencias en el fondo de la misma. Estas aguas subterráneas formaban parte, hasta muy recientemente, de la masa 080.136 Lezuza-El Jardín, que en la revisión del tercer ciclo de planifica-

ción hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Júcar (2022-2027) se ha dividido en dos: 080.136A Lezuza y 080.136B El Jardín (CHJ, 2024a). La masa de agua subterránea de la cuenca del humedal (080.136B El Jardín) está sujeta al Programa Operativo de Control de la Contaminación de Origen Difuso por Nitratos de este organismo de cuenca.

2.1.2. Clima

La zona se caracteriza por un clima mediterráneo continental, con inviernos fríos que contrastan con veranos bastante cálidos. Las lluvias se reparten de modo irregular a lo largo del año, con máximos en primavera y otoño y sequía en verano (Fernández, 2000).

Dada la falta de estación meteorológica en las inmediaciones del humedal, para el presente trabajo, que se ha prolongado en el tiempo 10 años, se ha tratado de localizar estaciones meteorológicas lo más próximas al área de estudio que proporcionasen series completas de datos de precipitaciones y temperaturas, cosa que no ha resultado fácil; en unos casos se trataba de pluviómetros y, en otros, las series de datos estaban incompletas. A efectos de caracterizar el área de estudio durante esos años, la temperatura media anual ha sido de 12,9 °C y las medias mensuales se han movido entre una mínima de 2,5 °C, en Febrero de 2018, y una máxima de 26,9 °C, en Julio de 2015 (datos abiertos en la Agencia Estatal de Meteorología, estación 4096Y-Munera) (AEMET, 2024). Las precipitaciones anuales, proporcionadas por el pluviómetro de la AEMET 8167 El Balletero, más cercano a la laguna, han oscilado entre los 362 l/m² de 2017 y los 827,6 l/m² de 2010, con una media para el periodo de estudio de 544,5 l/m² (J. C. Romero, com. pers.). Alternativamente, los valores proporcionados por la base de datos WorldClim 2 (Fick y Hijmans, 2017) para las coordenadas de la laguna, con resolución de 1 km², han sido de una temperatura media anual de 13,1 °C y una precipitación anual de 454 l/m².

Tabla 1. Geología (composición de las litologías, superficie ocupada y edad de los estratos. Información obtenida del Mapa Geológico Continuo de España a escala 1:50.000 a través de SIGNA) y usos del suelo (datos de CORINE 2018 obtenidos a través de SIGNA) de la cuenca de drenaje de la laguna de los Ojos de Villaverde.

Código unidad geológica	LITOLOGÍA				USO DEL SUELO		
	Materiales	Superficie ha	Edad inferior	Edad Superior	Tipo de uso	Superficie ha	%
33	Dolomías, dolomías tableadas, brechas calcáreas, carniolas y calizas tableadas. Unidad carbonatada inferior de la Cobertera tabular de la Meseta	178	Noriense (Triásico Superior)	Pliensbachiense (Jurásico Inferior)	Agricultura: Tierras de labor en secano, terrenos regados permanentemente, mosaico de cultivos, frutales, cultivos combinados con vegetación natural	2347	42,66
41	Margas verdes con intercalaciones de dolomías y calizas y, ocasionalmente, yesos. Unidad margosa inferior de la Cobertera tabular de la Meseta	959	Pliensbachiense (Jurásico Inferior)	Pliensbachiense (Jurásico Inferior)			
44	Calizas oolíticas y calizas, con esporádicos niveles de dolomías y calizas margosas y brechoides. Unidad carbonatada superior de la Cobertera tabular de la Meseta	3382	Pliensbachiense (Jurásico Inferior)	Toarciense (Jurásico Inferior)	Forestal: Sistemas agroforestales (dehesa), bosques mixtos	2617	47,56
343	Gravas cuarcíticas en matriz arcillosa roja	609	Turolense (Mioceno)	Rusciniense (Plioceno)			
363	Arcillas de descalcificación. Fondos de dolina	69	Villafranquiense (Plioceno-Pleistoceno)	Holoceno (Actual)	Zonas terrestres sin uso económico: Pastizales naturales, matorrales esclerófilos, matorral boscoso de transición	483	8,78
366	Eluvial-coluvial	1	Pleistoceno	Holoceno (Actual)			
371	Travertinos	4	Pleistoceno	Holoceno (Actual)			
397	Depósitos aluviales, fondo de valle	260	Holoceno (Actual)	Holoceno (Actual)	Zonas de agua sin uso económico: Humedales y zonas pantanosas	55	0,99

2.1.3. Vegetación y usos del suelo

La ocupación del suelo de esta cuenca está dominada por sistemas forestales y tierras de cultivo, que, en su conjunto, representan el 90 % de la superficie; se suman pastizales y matorrales, con algo menos del 9 %, y los humedales con un 1 % (tabla 1). Estos datos se han obtenido a través de SIG-NA con el servicio añadido de ocupación del suelo de IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España) (IGN, 2023c). El bosque natural está formado por encinares de *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Dest.) Samp. y sabinars de *Juniperus thurifera* L., con algunos quejigares (*Quercus faginea* L.). En el entorno de la laguna, y conformando el humedal, aparece una espesa orla de helófitos (figura 2) dominada por el carrizo, *Phragmites australis* (Cav.), al que acompaña la masiega, *Cladium mariscus* (L.) Pohl y otras especies de helófitos (JCCM, 2023).

2.1.4. La laguna

La lámina de aguas libres de la laguna dibuja una figura alargada serpenteante en la dirección norte-sur (figuras 1 y 2), a una altitud de 920 m, de unas 5,5 ha de superficie, un perímetro de 1810 m, con una longitud de 610 m, anchuras que varían entre los 30 y los 145 m (IGN, 2023a) y una profundidad máxima medida de 9,4 m. Según Vicente *et al.* (1998), se trata de un lago cársico frágil que representa un afloramiento de agua subterránea de extensión poco frecuente en Europa y muy interesante desde el punto de vista científico. Es alimentado por el río Pontezuelas y el arroyo del Sabinar. Desagua al río Cubillo (o Jardín) por medio de varios canales o regueras artificiales.



Figura 2. Imagen general del humedal sobre la que se ha superpuesto (izquierda y abajo) una imagen desde dentro de la laguna. Fotografías del autor.

Este tipo de lagunas se originaron por la precipitación de carbonato cálcico, que a lo largo del Holoceno fueron formando barreras tobáceas que cerraron el cauce del río donde tuvieron lugar (cierre travertino). Suelen ser propias de cabeceras donde los acuíferos regulan los aportes de agua (García-Rodeja *et al.*, 2009). En las orillas de los sistemas formados por ese proceso se desarrollaron formaciones de *C. mariscus*. La laguna de los Ojos de Villaverde, con un cinturón perilagunar de *P. australis* y *C. mariscus* como especies dominantes, que llega a superar los 350 m de anchura, es un ejemplo.

Según la caracterización de los tipos de masas de aguas superficiales de la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DOCE, 2000) se trata de un lago alto (> 800 m), de profundidad media (3-15 m), de pequeño tamaño (0,5-1 km²) y de geología calcárea. Corresponde con el tipo L-T12, lago cárstico, calcáreo, permanente, cierre travertino, definido por las autoridades del agua (CHJ, 2024b).

En 2006 se aprobó el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y se declaró Reserva Natural de la Laguna de los Ojos de Villaverde y su zona periférica de protección mediante Decreto 44/2006 de 25 de abril de la Consejería de Medio ambiente y Desarrollo Rural del Gobierno de Castilla-La Mancha (DOCM, 2006). No es esa la única figura de protección de este paraje; está integrado en la Red Natura 2000, red europea de espacios basada en la Directiva de Hábitats de 1992 y en la Directiva de Aves de 2009. La componen dos tipos de espacios: ZEPA (zonas de especial protección para las aves) y LIC (lugares de importancia comunitaria). Dentro de esta última categoría, la laguna es un ZEC (zona especial de conservación) de 343,71 ha de superficie cuyo código es ES4210005; dispone de su propio Plan de Gestión (JCCM, 2023).

2.2. Metodología

La selección de puntos de muestreo se realizó obedeciendo al criterio de poder calcular balances de masas, por lo que, como tributarios al humedal, al norte del mismo, se estableció una estación en el río Pontezuelas (P) y otra en el arroyo del Sabinar (S) (figura 1). Ambas servían para determinar aportaciones de la escorrentía superficial al humedal. Al sur de la laguna, y como emisarios, existen tres canales, denominados aquí Canal (C), Canal 2 (C2) y Reguera (R). Este último se bifurca en ciertas ocasiones, cuando los caudales son más elevados, generándose Reguera 2 (R2). Las estaciones en estos emisarios servían para cuantificar las salidas superficiales del sistema.

Así mismo, al inicio del periodo de estudio, el 30 de Julio de 2010 y el 12 de Agosto de 2011, y con objeto de tener una idea aproximada de las condiciones de la laguna desde el punto de vista espacial, tanto horizontal como vertical, se seleccionaron y muestrearon 8 estaciones, distribuidas tanto a lo largo del eje central (2, 3, 4 y 5), como próximas al litoral (1, 6, 7 y 8) (fi-

gura 1). Esto nos permitía comparar características morfológicas y físico-químicas con el trabajo de González *et al.* (1991), el de más amplio espectro realizado en este humedal hasta la fecha. La ubicación de todos estos puntos se llevó a cabo a través del visor SIGNA (ej., IGN, 2023a).

De las estaciones centrales de la laguna, la 3 se eligió para el seguimiento de la columna de agua a largo término. La colocación de una boya anclada al lecho en el lugar permitió reiterar los muestreos de la serie temporal en el mismo punto. Tributarios (S, P), emisarios (C, C2, R) y la estación 3 de la laguna se muestrearon en época estival durante diez años (de 2010 a 2019). La estabilidad climatológica de esta época del año en la zona mitiga la potencial variabilidad asociada al día o momento de realizar el muestreo. En ninguna ocasión se superaron los 10 l/m² de precipitación en los 30 días previos a cada uno de esos muestreos. Entre 2011 (8 de Diciembre) y 2012 (7 de Abril y 28 de Diciembre) se realizaron muestreos adicionales de caracterización en otras épocas del año (invierno y primavera) tanto en la estación 3 de la laguna como en los tributarios y emisarios.

Por lo que respecta a la toma de datos y muestras en tributarios y emisarios, el caudal se calculó combinando medidas de sección del cauce (anchura x profundidad media) y de velocidad del agua (correntímetro Martin Marten Z30, Barcelona) mediante la expresión: caudal (l/s) - sección transversal (cm²) x velocidad media (cm/s)/1000. Las medidas de temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto en el agua se realizaron *in situ* mediante una multiparamétrica (HANNA HI 9828; HANNA Instruments Inc. Woonsocket, USA). Adicionalmente, en cada ocasión se tomaron muestras de agua para la determinación de otros parámetros químicos en laboratorio.

El desplazamiento para la toma de datos o muestras en la laguna se realizaba mediante neumática sin motor. En las primeras fases del estudio (Julio de 2010 y Agosto de 2011), se realizaron 4 transectos batimétricos perpendiculares al eje principal de la laguna (figura 3). Se comenzaba midiendo la profundidad con cinta lastrada a 0, 2 y 5 m de distancia desde la orilla, continuando después cada 5 metros, hasta llegar a la orilla opuesta, donde se repetían las medidas de aproximación del inicio. En todas las estaciones de la laguna (1-8, figura 1), los perfiles verticales de temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto se realizaron mediante multiparamétrica HANNA HI9828, con sonda de 20 m, anotando los datos cada 0,5 m de profundidad. Como indicador de la transparencia del agua, se anotaba la profundidad de visión del disco de Secchi (Wetzel y Likens, 1991). En función del espesor de la columna de agua, en cada estación se tomaban muestras de agua a dos o tres profundidades mediante botella Niskin (Aquatic BioTechnology, El Puerto de Santa María, Cádiz) para análisis posterior.

En la estación 3, que fue la única donde el seguimiento se extendió a lo largo de 10 años, la toma de muestras de agua se llevó a cabo a tres profundidades (superficie, intermedia y profunda) durante los cinco primeros años, y

a cuatro (en superficie, a 3 metros, a 6-7 metros y a 8-8,5 metros), los cinco últimos. La profundidad se midió con cinta lastrada los tres primeros años y mediante sonda Plastimo Echotest II (Plastimo, Lorient, Francia) los siguientes.

En todos los casos, la alcalinidad se medía inmediatamente por titulación con H_2SO_4 , 0,02 N, utilizando el indicador mixto rojo de metilo-verde de bromocresol (Wetzel y Likens, 1991). La determinación de clorofila *a* se llevó a cabo mediante espectrofotometría después de filtrar (filtros Whatman GF/C) entre 700 y 1000 ml de agua (dependiendo de la saturación del filtro) y posterior extracción de los pigmentos con etanol al 95 % (Sartory y Grobelaar, 1984). Para el análisis de nutrientes el agua era filtrada (filtros Millipore de 0,45 μm), congelada y, posteriormente, analizada en laboratorio. La concentración de amonio se determinó por el método del salicilato, el nitrito, por el de la sulfanilamida, y el fósforo reactivo soluble (FRS), por el del molibdato (APHA, 2005). El Servicio Central de Análisis de Bizkaia (SCAB), de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), determinó los aniones Cl^- , SO_4^{2-} y NO_3^- , por electroforesis capilar (EC), y los cationes Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} y Na^+ , mediante espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado por inducción (ICPAES).

La concentración de sólidos en suspensión se determinó sobre filtros Whatman GF/F, tras filtrar un volumen de agua semejante al del análisis de clorofila. Los filtros con la muestra se secaban en estufa a 60 °C (48 h) para determinar el peso seco del material retenido y, posteriormente, se calcinaban a 500 °C para obtener el peso de las cenizas y, por diferencia con el peso seco, el contenido en materia orgánica de la muestra. Los resultados se expresaban en términos de peso seco libre de cenizas (mg PSLC/l).

Con los datos de concentración de cada elemento en el agua y de caudal se calcularon las masas transportadas (concentración x caudal) y se determinaron balances como cocientes entre las entradas y las salidas superficiales del humedal para cada uno de ellos.

Para dilucidar relación estadística significativa entre dos variables se empleó el análisis de correlación. La prueba de la *t* de Student se utilizó para comprobar diferencias significativas entre pares. La información sobre la columna de agua para el conjunto de variables examinadas en verano, tanto a nivel espacial en la laguna (todas las estaciones, dos años), como local (estación 3, diez años de seguimiento), se ha resumido mediante análisis de componentes principales (ACP). Este conjunto de análisis se ha llevado a cabo con SPSS (IBM SPSS Statistics, versión 28.0.1.1).

3. RESULTADOS

El elemento más llamativo del humedal sobre el que se ha desarrollado la mayor parte de este trabajo es la lámina de agua libre. Los resultados

del estudio batimétrico de la laguna, realizado con el único propósito de comprobar si se había producido alguna modificación con respecto a los resultados de González *et al.* (1991), han puesto de manifiesto un vaso bastante regular, con profundidades en las orillas de entre dos y tres metros, alcanzándose, en la mayoría de los casos, el 70% de la profundidad máxima de cada transecto a sólo 5 m de la orilla (figura 3). Las profundidades máximas fueron de 6,2 m en el transecto I, de 9,3 m en el II, de 8,75 m en el III y de 7 m en el IV.

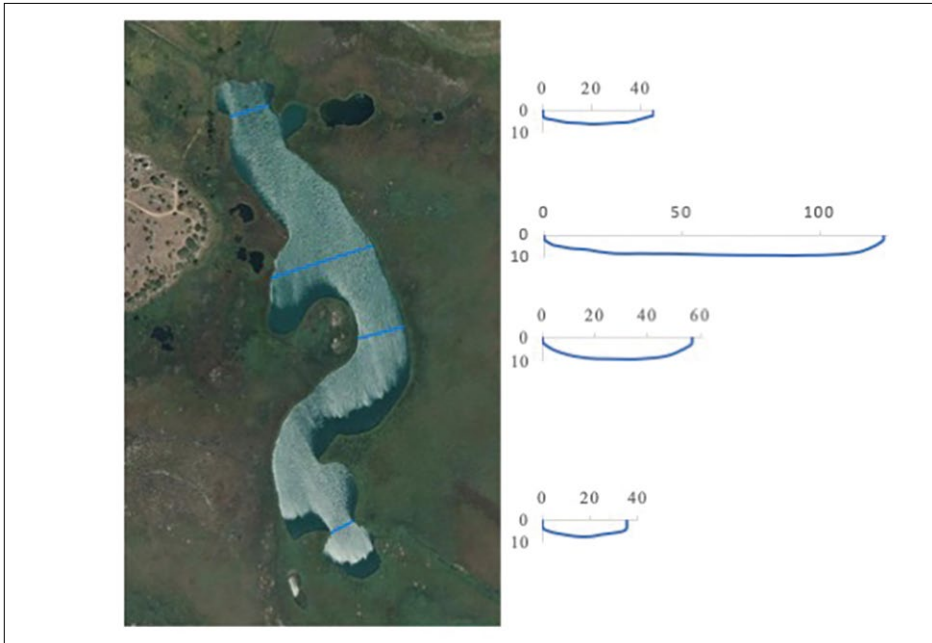


Figura 3. Imagen de la laguna tomada a través del visor SIGNA sobre la que se han señalado los transectos (de arriba abajo, I, II, III y IV) realizados para las medidas batimétricas. A la derecha se muestran los perfiles de anchura (eje horizontal) y profundidad (eje vertical) obtenidos para cada transecto.

Al margen del análisis batimétrico anterior, en la estación 3 la profundidad máxima de la columna de agua se situó entre 9,1 y 9,4 m a lo largo de los diez años. En el resto de las estaciones las profundidades máximas oscilaron entre los 2,2 m, de la estación 1, y los 8,75, de la 4.

Los resultados de las variables medidas *in situ* durante el periodo de estudio, tanto en ríos como en la estación 3 de la laguna, se resumen en la tabla 2. El caudal registrado en los diferentes cursos de agua en verano se situó entre 0 y 239 l/s, para los tributarios, y entre 0 y 307 l/s, para los emisarios. Como se observa en la tabla, los valores encontrados en otras épocas del año (Abril y Diciembre, ver Metodología) amplían esos rangos. Los dos únicos cauces que mantuvieron flujo de agua en todas las ocasiones

fueron el río Pontezuelas, tributario al humedal, y el Canal, emisario del mismo. Por lo que respecta a la temperatura, el rango de valores de verano, entre 13,5 y 18 °C para tributarios, lo estableció el río Pontezuelas, quedando los del arroyo del Sabinar dentro del mismo. Los emisarios presentaron valores más altos, al ser alimentados por las aguas superficiales de la laguna, más calientes (tabla 2). En la laguna, la temperatura de verano para los diez años de estudio se movió entre los 15,3 °C, cerca del fondo, y los 22,8 de la superficie. La mayor diferencia entre fondo y superficie de la laguna se dio en 2010, entre 15,1 y 21,4 °C; la mínima se produjo en 2019, entre 18,1 y 20,9 °C. La termoclina (máximo gradiente de la temperatura con la profundidad, °C/m) varió entre 1,7 °C/m, en el primer metro de profundidad en 2010, y 0,5 °C/m de los 7 a los 8 metros de profundidad en 2018 (figura 4A). El rango de los valores de pH en verano estuvo entre 7,22 y 8,79 para los tributarios, y entre 7,14 y 8,23 para los emisarios; en la estación 3 de la laguna oscilaron entre 7,04, en la zona profunda, y 8,01, en superficie, con la mayor variabilidad vertical (más de 8 décimas) en 2012 (figura 4B). La conductividad osciló entre los 542 µS/cm, medidos en la Reguera, y los 715 µS/cm registrados en el arroyo del Sabinar. En la laguna, aún encontrándose dentro de ese rango, la conductividad tendía a aumentar con la profundidad (tabla 2, figura 4C). La época del año apenas hacía variar ese rango de valores. La comparativa de la conductividad entre el tributario y el emisario permanentes indica que, en general, el agua sale con menos sales de la que entra por escorrentía superficial ($t = 6,3, p < 0,01$).

Tabla 2. Localización y rangos de valores para las variables medidas in situ a lo largo del periodo de estudio (2010-2019) en tributarios (Pontezuelas y Sabinar), emisarios (Canal, Canal 2, Reguera y Reguera 2) y en la estación 3 de la laguna a varias profundidades. Para ésta se incluyen dos parámetros más analizados en laboratorio: valores de sólidos en suspensión (SS en términos de peso seco libre de cenizas, PSLC) y concentración de clorofila a. Los rangos sin paréntesis se refieren a valores en verano, los indicados entre paréntesis recogen los encontrados también en otras épocas del año (Abril y Diciembre, ver Metodología).

Estación	Coordenadas	Caudal l/s	Temperatura °C	pH	Conductividad µS/cm	Oxígeno mg/l	Oxígeno %
Pontezuelas	38°49'02" N 2°22'07" W	1,2-239 (1,2-365)	13,5-18,0 (9,0-18,0)	7,73-8,79 (7,54-8,79)	644-703 (644-741)	7,1-10,3 (7,1-10,5)	79,2-115,0 (78,2-115,0)
Sabinar	38°48'43" N 2°22'34" W	0-24,1 (0-25,6)	16,0-17,0 (13,0-17,0)	7,22-7,8 (6,46-7,8)	656-715 (656-715)	6,7-7,9 (6,7-8,9)	75,0-91,4 (69,2-97,2)
Canal	38°48'11" N 2°21'58" W	14,2-307 (14,2-398)	18,1-21,4 (3,1-21,4)	7,14-7,8 (7,1-8,5)	588-666 (588-725)	2,7-7,4 (2,7-9,1)	32,4-77,4 (32,4-92,0)





Estación	Coordenadas	Caudal l/s	Temperatura °C	pH	Conductividad µS/cm	Oxígeno mg/l	Oxígeno %
Canal 2	38°48'05" N 2°22'00" W	0-103 (0-217)	20,1-23,7 (7,2-23,7)	7,59-7,84 (7,59-8,13)	641-658 (641-700)	7,4-8,7 (7,4-10,8)	90,8-113,0 (85,5-127,0)
Reguera	38°47'53" N 2°22'10" W	0-100 (0-155)	19,3-22,7 (7,2-22,7)	7,42-8,07 (7,42-8,15)	542-664 (542-701)	6,0-9,2 (6,0-12,9)	76,3-113,0 (76,3-146,0)
Reguera 2	38°47'53" N 2°22'09" W	0-6,7 (0-276)	20,4-23,2 (7-23,2)	7,74-8,23 (7,72-8,23)	596-660 (596-660)	7,7-8,8 (7,7-11,5)	96,1-112,5 (94,5-118,0)
Estación 3 de la laguna 38°48'29" N 2°22'13" W	SS mg/l PSLC	Clorofila a µg/l	Temperatura °C	pH	Conductividad µS/cm	Oxígeno mg/l	Oxígeno %
0 m	0,21-2,13	0,29-2,29	18,8-22,8 (10,0-22,8)	7,72-8,01 (7,72-8,24)	573-694 (573-708)	6,9-8,4 (6,9-8,9)	84,7-107,2 (83,7-107,2)
3 m	1,06-3,73	0,26-4,59	18,3-22,3 (9,9-22,3)	7,61-7,99 (7,61-7,99)	568-700 (568-708)	6,1-8,8 (6,1-9,7)	73,1-107,6 (73,1-107,6)
6 m	1,24-2,08	0,39-1,60	16,6-21,5 (9,9-21,5)	7,38-7,68 (7,38-7,95)	590-705 (590-708)	5,4-10,2 (5,4-10,4)	63,0-118,9 (63,0-118,9)
8,5 m	1,64-4,67	0,3-3,18	15,3-19,3 (9,8-19,3)	7,04-7,4 (7,04-7,96)	617-713 (617-713)	0,8-8,4 (0,8-10,9)	9,2-128,3 (9,2-128,3)

Las aguas se encontraban bien oxigenadas, si bien en alguna ocasión, tanto en el Canal como en aguas profundas de la laguna llegamos a encontrar valores que marcan los límites inferiores de los rangos, aunque sin llegar a la anoxia (tabla 2). En sentido contrario, algunos veranos, los niveles de oxígeno en profundidad llegaban a estar por encima del valor de saturación (2011, 2015, 2016 y 2019), diferenciándose claramente de los de otras épocas del año (Abril, Diciembre), más homogéneas a lo largo de la columna de agua (figura 4D). Como variables medidas en la estación 3 de la laguna, la profundidad de visión del disco de Secchi arrojó valores entre 2,25 y 4,8 m, dependiendo del muestreo; las medidas obtenidas en 2010 y 2011 en el resto de estaciones se situaron entre los 2,2 m de la estación 2 y los 5,75 m de la 4. La concentración de la fracción orgánica (en términos de peso seco libre de cenizas) de los sólidos en suspensión en la columna de agua varió entre 0,21 y 4,67 mg/l, con los valores más elevados situándose a 3 m de profundidad y cerca del fondo (tabla 2). Este patrón fue semejante para el caso de la concentración de clorofila *a*, que osciló entre 0,26 y 4,59 µg/l. La correlación de Pearson entre ambas variables resultó altamente significativa ($r = 0,68$, $p < 0,01$).

Tabla 3. Rangos de valores para las variables químicas medidas en laboratorio a lo largo del periodo de estudio, tanto en tributarios como en emisarios, así como en la estación 3 de la laguna (a varias profundidades). Los rangos sin paréntesis se refieren a valores en verano, los indicados entre paréntesis recogen valores encontrados también en otras épocas del año.

Estación	Alcalinidad meq/l	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NH ₄ -N µg/l	NO ₃ -N µg/l	NO ₂ mg/l	PO ₄ -P µg/l
Pontezuelas	6,0-6,6 (6,0-6,8)	39,0-65,6 (39,0-71,8)	0,7-1,5 (0,4-1,9)	16,2-23,8 (16,2-26,6)	4,0-5,1 (4-5,3)	7,5-16,8 (7,5-16,8)	14,3-29,6 (14,3-30,7)	11,6-72,0 (11,6-72,0)	7,2-16,9 (2,7-16,9)	24,7-44,5 (18,9-44,5)	1,4-22,0 (1,4-22,0)
Sabinar	5,5-5,8 (5,4-5,8)	51,4-90,0 (51,4-90,0)	0,6-1,8 (0,6-1,8)	14-23,3 (14-23,3)	3,8-4,7 (3,8-5,0)	5,3-9,7 (5,3-11,2)	17,5-31,5 (17,5-36,7)	10,8-58,3 (9,0-58,3)	7,4-15,3 (3,0-15,3)	29,0-55,0 (29,0-55,0)	7,8-18,5 (2,4-24,0)
Canal 1	5,2-6,0 (5,2-6,3)	37,8-72,9 (37,8-81,8)	0,8-1,7 (0,8-2,2)	16,4-21,7 (16,4-24)	4,1-6,2 (4,1-6,2)	4,6-15,0 (4,6-31,0)	11,4-34,1 (11,4-37,2)	10,8-51,2 (10,8-51,2)	7,5-24,6 (1,5-24,6)	15,7-33,3 (15,7-33,9)	4,9-24,5 (2,8-24,5)
Canal 2	5,4-5,9 (5,4-6,0)	39,1-47,4 (34,3-78,0)	1,0-1,2 (1,0-1,9)	18,7-21,4 (13,3-24,3)	4,1-4,9 (3,7-5,2)	9,7-10,5 (7,2-16,5)	23,8-26,1 (22,5-35,1)	18,2-44,2 (10,8-44,2)	2,0-17,9 (2,0-17,9)	31,4-38,7 (17,6-40,2)	11,1-33,4 (0,7-33,4)
Reguera 1	4,4-6,1 (4,4-6,1)	35,9-62,7 (35,9-81,4)	0,6-1,6 (0,6-2,5)	16,4-22,2 (16,4-23,4)	3,9-6,2 (3,9-6,2)	6,6-13,4 (6,6-15,4)	13,8-29,5 (13,8-34,4)	15,9-76,0 (7,3-76,0)	1,3-20,5 (1,3-20,5)	16,0-31,4 (16,0-38,6)	1,8-25,1 (1,8-25,1)
Reguera 2	5,1-6,1 (5,1-6,1)	33,6-50,4 (33,6-77,6)	1,0-1,2 (1,0-2,3)	19,0-20,4 (16,3-23,9)	4,8-5,4 (4,1-5,4)	9,5-10,1 (8,0-13,4)	23,1-27,0 (18,9-33,6)	15,9-70,1 (5,6-70,1)	10,9-20,5 (0,2-20,5)	20,0-38,9 (20,0-38,9)	2,8-13,5 (2,8-28,8)
Estación 3 (0 m)	5,1-6,1 (5,1-6,2)	39,2-65,5 (39,2-82,3)	0,7-1,6 (0,7-2,1)	13,0-20,7 (13,0-23,1)	3,1-5,2 (3,1-5,2)	7,1-13,1 (7,1-14,1)	16,4-29,6 (16,4-29,6)	12,4-57,2 (12,4-103,2)	15,8-39,5 (2,7-39,5)	24,3-41,7 (24,3-41,7)	4,9-33,1 (4,2-33,1)
Estación 3 (3-4 m)	5,2-6,1 (5,2-6,2)	41,8-77,5 (41,8-77,5)	0,7-1,5 (0,7-2,2)	17,8-21,1 (17,8-23,9)	4,4-5,3 (4,4-5,3)	7,4-11,5 (7,4-11,5)	20,4-29,7 (20,4-29,7)	24,2-72,3 (24,2-72,3)	14,6-42,6 (3,4-42,6)	22,0-37,2 (22,0-37,2)	1,4-12,2 (1,4-12,2)
Estación 3 (7,5-8,5 m)	5,6-6,4 (5,6-6,4)	41,2-127,0 (41,2-127,0)	0,9-1,9 (0,9-2,2)	14,8-21,2 (14,8-24,1)	3,8-5,4 (3,8-6,5)	5,9-10,5 (5,9-14,5)	15,2-30,7 (15,2-32,6)	29,1-111,5 (29,1-134,5)	21,2-105,7 (4,1-105,7)	15,4-39,2 (15,4-39,2)	1,8-17,9 (1,8-17,9)

Los resultados del resto de componentes del agua analizados se presentan en la tabla 3. Los análisis de las muestras de verano durante los diez años del estudio indican que la alcalinidad osciló entre 4,4 y 6,6 meq/l, en aguas corrientes, y entre 5,1 y 6,4, en la laguna; el Ca^{2+} , entre 33,6 y 90 mg/l en ríos y de 39 a 127 en la laguna; los rangos de valores para K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} y $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ difirieron poco entre los cursos de agua y la laguna. Los rangos más dispares entre uno y otro tipo de masa de agua se dieron en el caso del $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (10,8-76 para ríos y 12,4-111,5 para la laguna) y del $\text{NO}_2^-\text{-N}$ (1,3-24,6 y 14,6-105,7, respectivamente).

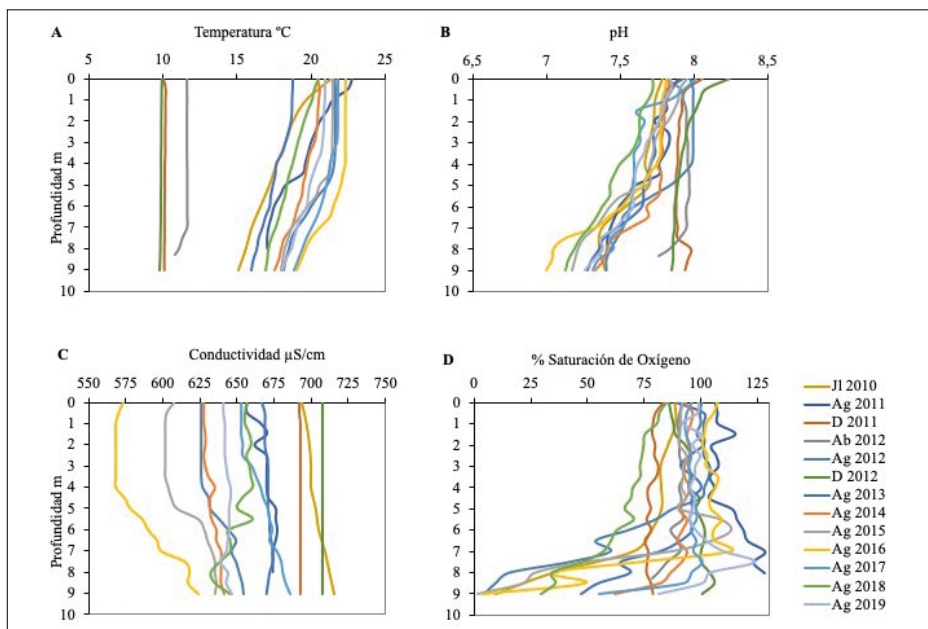
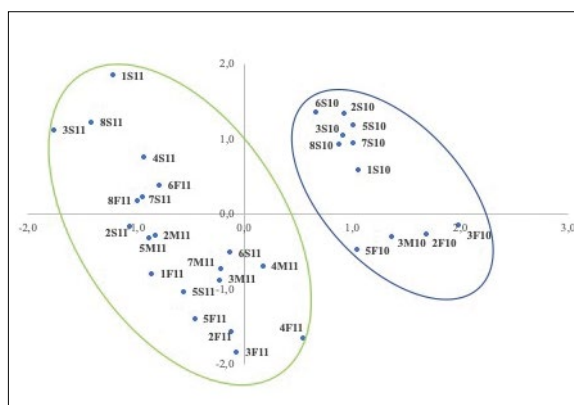


Figura 4. Perfiles verticales de Temperatura (A), pH (B), Conductividad (C) y % de Saturación de oxígeno (D) en la estación 3 de la laguna en cada fecha de muestreo.

Figura 5. Distribución de muestras en el plano definido por los dos primeros ejes (1, horizontal; 2, vertical) de un Análisis de Componentes Principales (ACP) llevado a cabo sobre los datos de las variables físico-químicas de las ocho estaciones (estudio espacial, años 2010 y 2011) de la laguna. El primer número de cada código indica la estación de muestreo, la letra indica superficie (S), profundidad media (M) o fondo (F), las dos últimas cifras se refieren al año (2010 ó 2011).



Dada la diferencia de profundidades entre estaciones litorales y centrales de la laguna, muestreadas en 2010 y 2011 con objeto de obtener información de la misma a nivel espacial, únicamente se presenta un resumen de los resultados de la físico-química del agua mediante un análisis de componentes principales (figura 5). La varianza explicada por los dos primeros ejes es del 58,9 %. Se pone de manifiesto la diferencia temporal ligada a ligeros cambios de mineralización del agua (conductividad y alcalinidad son las variables que más explican el eje 1); el eje 2, relacionado con la variación de temperatura, así como con pequeñas diferencias en cationes y aniones, provoca una mayor dispersión de los datos del verano de 2011. Por lo que al seguimiento largo se refiere (datos sólo de la estación 3 durante diez años), la información queda resumida en las figuras 6 (plano de las variables) y 7 (plano de las muestras). Los dos primeros componentes explican el 42,6 % de la varianza total de los datos; el primero, con el 23,9 %, está relacionado fundamentalmente con el pH y el porcentaje de saturación de oxígeno, en la parte positiva, y con la alcalinidad y el NO_2^- , en la negativa; el eje 2 (18,7 %) viene marcado por el NO_3^- y por la conductividad, en la parte positiva y, en menor medida, por la temperatura, en la negativa (figura 6). Sin representar, el tercer eje (17,2 %) informa, esencialmente, de los aniones Cl^- y SO_4^{2-} ; ninguno de los demás componentes alcanza el 10 % de la varianza. Esa combinación de variables produce que, en el plano de las muestras (figura 7), localicemos las de la superficie de la laguna en el extremo positivo del eje 1, mientras que en el lado opuesto se sitúan las de zona profunda. Entre ambas quedan las de profundidades intermedias. Así pues, este eje informa de la variabilidad vertical de la columna de agua, relacionada con procesos fotosintéticos, pero afectada por variables que informan del eje 2 (NO_3^- , Conductividad), lo cual produce una dispersión importante de las muestras de cada profundidad de la columna de agua a lo largo de este segundo eje, y representa una variabilidad en el tiempo de las condiciones de cada una de ellas.

La tabla 4 resume los resultados más relevantes en cuanto a los balances de masas. En ella se recogen las entradas al humedal, tanto de agua por escorrentía superficial, como de los cationes y aniones contenidos en la misma, así como los cocientes (balances) entre las entradas del conjunto de tributarios y las respectivas salidas por el conjunto de emisarios en cada muestreo. Se han añadido estadísticos descriptivos (media y desviación típica en cada caso), así como significación estadística de las relaciones entre entradas y salidas (correlación de Pearson) y de las diferencias entre las mismas (prueba de la t). Por simplificar, se obvia incluir las salidas de cada elemento en la tabla, habida cuenta que son fácilmente calculables a partir de cada entrada y su respectivo cociente E/S. De los datos expuestos se desprende que, salvo en el caso del NO_2^- , se daba una estrecha relación entre las entradas de cada elemento y sus respectivas salidas, aunque la cantidad de masa de cualquier

elemento que entraba al humedal no llegaba a alcanzar, por término medio, el 45 % de las salidas del mismo. La significación de las diferencias entre entradas y salidas para todas las substancias abunda en ello.

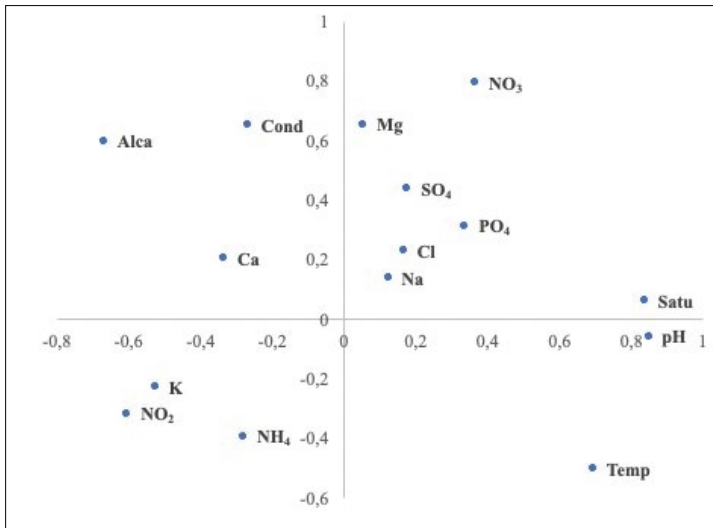


Figura 6. Distribución de variables en el plano definido por los dos primeros ejes (1, horizontal; 2, vertical) del Análisis de Componentes Principales (ACP) realizado con los datos de las variables físico-químicas de la estación 3 a lo largo de los diez años.

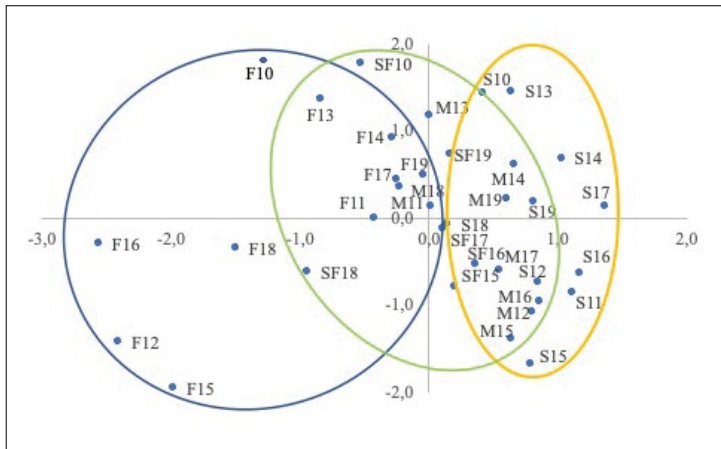


Figura 7. Distribución de muestras en el plano definido por los dos primeros ejes (1, horizontal; 2, vertical) del Análisis de Componentes Principales (ACP) realizado con los datos de las variables físico-químicas de la estación 3 a lo largo de los diez años. En cada código, las letras indican superficie (S), profundidad media (M), profundidad sobre fondo (SF) y fondo (F), el número de dos cifras hace referencia al año (de 2010 a 2019).

Tabla 4. Entradas (E) por los tributarios (Pontezuelas y Sabinar) de los distintos elementos al humedal, así como balances expresados mediante el cociente E/S (entrada por tributarios y salida por emisarios) en los distintos muestreos. Se muestra la media y la desviación estándar (DE) para el conjunto de datos de cada variable. Se indica el nivel de significación (, p<0,01; *, p<0,05) del coeficiente de correlación entre entradas y salidas y de la prueba t de las diferencias entre entradas y salidas de cada elemento.**

Variable	Fecha												Media	DE	Correlación de Pearson entre E y S	Prueba t de E-S
	12/8/10	11/8/11	15/8/12	16/8/13	14/8/14	14/8/15	18/8/16	17/8/17	18/8/18	16/8/19						
E hídrica, l/s	264	102	1	234	93	31	3	13	128	79	94,8	92,6	0,92**	-4,83**		
E/S hídrica	0,55	0,55	0,08	0,77	0,58	0,29	0,02	0,11	0,39	0,63	0,40	0,26				
E Ca, mg/s	11 597	6028	59	10 576	6209	1206	113	774	7135	4721	4841,7	4243,5	0,86**	-4,84**		
E/S Ca	0,57	0,68	0,06	0,72	0,58	0,22	0,02	0,09	0,37	0,74	0,41	0,29				
E K, mg/s	295	102	1	183	86	30	2	5	114	112	92,9	93,1	0,79**	-3,22*		
E/S K	0,49	0,52	0,06	0,69	0,54	0,24	0,02	0,05	0,21	0,87	0,37	0,30				
E Mg, mg/s	6108	2233	25	5385	1784	68	58	307	2621	1230	1981,9	2203,0	0,90**	-3,64**		
E/S Mg	0,61	0,72	0,09	0,87	0,65	0,35	0,03	0,12	0,37	0,47	0,43	0,29				
E Na, mg/s	1053	477	5	1131	416	150	14	61	620	349	427,6	407,3	0,83**	-4,03**		
E/S Na	0,50	0,62	0,07	0,78	0,58	0,30	0,02	0,09	0,30	0,52	0,38	0,26				
E Cl, mg/s	2889	1030	20	1712	708	306	30	105	1069	776	864,5	895,5	0,91**	-3,79**		
E/S Cl	0,52	0,65	0,09	0,64	0,49	0,31	0,02	0,20	0,29	0,61	0,38	0,23				
E SO4, mg/s	5140	1938	19	3562	1605	487	58	188	1917	2238	1715,1	1665,9	0,88**	-4,43**		
E/S SO4	0,43	0,47	0,04	0,47	0,31	0,19	0,02	0,14	0,22	0,65	0,29	0,21				
ENH4-N, mg/s		5185	87	5778	1073	899	95	304	3378		2100,0	2344,5	0,79*	-2,67*		
E/S NH4-N		0,53	0,12	1,23	0,62	0,40	0,04	0,14	0,40		0,44	0,38				
ENO2-N, µg/s		1689	9		1147	294	32	113	967		607,0	661,2	0,58	-4,13**		
E/S NO2-N		0,70	0,03		0,60	0,17	0,01	0,13	0,32		0,28	0,28				
EN03, mg/s	9434	3545	33	5926	2579	923	90	349	3226	3367	2947,2	2966,6	0,93**	-4,01**		
E/S NO3	0,60	0,70	0,09	0,64	0,52	0,34	0,03	0,19	0,32	0,81	0,43	0,27				
E PO4-P, µg/s	5721	225	2	4498	836	110	44	66	1124		1402,9	2158,7	0,98**	-2,83*		
E/S PO4-P	0,73	3,07	0,01	0,59	1,08	0,11	0,08	0,05	0,46		0,69	0,97				

Al buscar relaciones de entradas o salidas de agua, o de sus componentes químicos, con el régimen de precipitaciones, y usando varios periodos previos a cada muestreo, se ha visto que, de los examinados, sólo el equivalente a lo que podríamos considerar prácticamente un año hidrológico, en este caso desde septiembre a julio previo al muestreo, ha mostrado que todas las entradas, excepto la de NO_2^- , presentan relación altamente significativa ($p < 0,01$) (tabla 5); periodos de precipitaciones más cortos sólo muestran significación estadística con algunas entradas pero no con nutrientes nitrogenados y fosfato. En el caso de las salidas, se da el mismo tipo de significación para todas, excepto las de NH_4^+ y NO_2^- ; adicionalmente, aunque en menos casos, se han encontrado relaciones altamente significativas ($p < 0,01$) con el periodo febrero-julio previo. La menor o nula significación se ha dado con los compuestos nitrogenados y fosfato (tabla 5).

Tabla 5. Precipitaciones (P) correspondientes a cada año hidrológico (Octubre-Septiembre) y a cada uno de los periodos con los que se han tratado de relacionar (correlación de Pearson) las entradas y salidas de agua y de sus componentes químicos en el humedal. Datos de la estación 8167 El Ballestero de la AEMET. N.S.: no significativo.

Año hidrológico	P anual mm	P Sept-Jl mm	P Feb-Jl mm	P Abr-Jl mm	P May-Jl mm	P Jn-Jl mm
2009/10	914,2	862,9	385,1	171,0	62,2	62,2
2010/11	569,0	605,4	237,4	127,1	75,5	18,4
2011/12	377,3	285,5	151,8	84,3	35,0	11,7
2012/13	864,2	842,1	379,3	124,7	71,8	11,3
2013/14	400,7	437,9	219,3	61,8	29,8	20,5
2014/15	435,2	363,2	160,2	47,8	26,8	9,6
2015/16	428,7	464,5	305,7	179,3	104,4	36,2
2016/17	440,1	426,8	208,8	80,4	47,3	33,7
2017/18	643,0	612,3	458,2	214,8	158,1	61,6
2018/19	561,6	422,9	244,1	216,8	21,2	3,0
Relación de las Entradas por escorrentía superficial con las precipitaciones		p < 0,01 N.S.: NO_2^-	p < 0,05 N.S.: NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4	N.S.	N.S.	N.S.
Relación de las Salidas por escorrentía superficial con las precipitaciones		p < 0,01 N.S.: NH_4^+ , NO_2^-	p < 0,01 p < 0,05: NO_2^- N.S.: NH_4^+ , PO_4	N.S.	N.S.	p < 0,01: K p < 0,05: Caudal, Ca, Na, Cl, SO_4 , NO_3^- N.S.: Mg, NH_4^+ , NO_2^- , PO_4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Aunque en este trabajo se estudia un aspecto en particular, la físico-química del agua de un humedal, la información adicional que se puede obtener por diversos medios es de gran ayuda a la hora de interpretar los resultados

obtenidos. Por ejemplo, los visores geográficos proporcionan información relativa al relieve, la geología o los usos del suelo, muy útiles para explicar la físico-química de las aguas. En España, las Confederaciones Hidrográficas, por su parte, también disponen de grandes bases de datos sobre las masas de agua del territorio de su competencia. No menos importante es la información climatológica de acceso libre de diversas agencias de meteorología. Así, aprovechando el visor SIGNA (IGN, 2023a,b,c), la información disponible en la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ, 2024a,b), y las bases de datos de la AEMET (2024), hemos realizado una presentación del área de estudio en su contexto geográfico, geológico, climático, hidrográfico, de usos del suelo y del estado de las aguas con suficiente nivel de detalle para un trabajo como el que nos ocupa. Todo ello permite situar el humedal de los Ojos de Villaverde en el contexto de los humedales manchegos (Florín, 1999; Florín y Montes, 1999), en clima mediterráneo, con una geología que confiere la naturaleza alcalina de sus aguas y unos usos del suelo que también imprimen su firma en los nutrientes disponibles, dado que, como hemos visto, las tierras de cultivo llegan a representar más del 40 % de la superficie de su cuenca hidrográfica.

Los estudios precedentes relativos a un sistema en particular representan la base sobre la que continuar conociendo. Por lo que a la laguna de los Ojos de Villaverde respecta, el trabajo más completo realizado hasta la fecha es el de González *et al.* (1991), y sirve de base para, tres décadas más tarde, comprobar la constancia o el cambio en la condición química de la laguna, añadiendo información adicional sobre el funcionamiento hidroológico y químico.

La mayor parte de los estudios sobre humedales manchegos han puesto el foco en la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda (ej., Florín *et al.*, 1993; Florín y Montes, 1999; Sánchez-Carrillo y Angeler, 2010; Miguel-Ruano y Sánchez-Carrillo, 2020; García-Ayllón y Radke, 2021). La laguna de los Ojos de Villaverde marca diferencias con muchos de los humedales sometidos al estrés hídrico y que se secan en verano en esa zona de La Mancha. De hecho, aunque tributarios y emisarios secundarios llegan a secarse, esta laguna mantiene una lámina de agua permanente que supone disponer de un acuífero con la suficiente importancia como para ir reponiendo las enormes cantidades de agua que se pierden por evaporación, transpiración y escorrentía durante el verano. A modo de ejemplo, las pérdidas por transpiración de *Phragmites australis*, uno de los macrófitos dominantes en este humedal, pueden alcanzar los 7 mm/d, como ocurre en Las Tablas de Daimiel (Sánchez-Carrillo *et al.*, 2004). Traducidos esos valores para la extensa orla de macrófitos de la laguna de los Ojos de Villaverde, la pérdida de agua por transpiración podría representar más de 20 l/s en pleno verano, un valor mayor que el caudal de salida por escorrentía superficial medido en el verano de 2012. Con la evaporación ocurre otro tanto. Vystavna *et al.*

(2021), en un estudio de 1257 lagos, mostraron que las pérdidas por evaporación son por lo general superiores al 20 % de las entradas (incluidos los aportes subterráneos) y que, en ambientes áridos, esas pérdidas llegan a representar más del 40 % de las entradas totales. Por lo expuesto, integrar ecología e hidrogeología en el estudio de humedales dependientes del agua subterránea parece justificado (González Bernáldez, 1992; Cantonati *et al.*, 2020). Esos resultados implican que los balances de agua basados exclusivamente en entradas y pérdidas por escorrentía superficial están muy lejos de evaluar las aportaciones de agua subterránea y, por ende, de componentes químicos al humedal, las cuales serán mucho más elevadas que los balances sugieren (ver más adelante).

Si la permanencia de una lámina de aguas libres en verano es destacable, no lo es menos la constatada poca oscilación del espesor de la columna de agua, aún cuando la variabilidad en el régimen de precipitaciones ha sido notable de unos años a otros. La respuesta a las precipitaciones sí ha sido clara en los tributarios y emisarios, de los que los de menor entidad han llegado a secarse. La escasa fluctuación en el nivel de agua de la laguna, observado también en estudios previos (Cirujano *et al.*, 1988; González *et al.*, 1991) vuelve a resaltar la importancia del acuífero que la alimenta. Con los datos que hemos registrado, el nivel de agua libre de la laguna ha variado unos 30 cm a lo largo de estos diez años, lo cual reitera que el nivel de agua de la laguna se mantiene bastante constante, con cierta independencia de las precipitaciones a corto término y como consecuencia de la alimentación subterránea que, incluso en época de estiaje, permite un flujo suficiente para mantener el nivel de las aguas sin apenas variación. A diferencia de otros lagos, que muestran memoria hidrológica corta, es decir, respuesta a precipitaciones precedentes inmediatas (ej., Rosenberry y Winter, 2009), en la laguna de los Ojos de Villaverde, por las relaciones entre régimen de precipitaciones y entradas superficiales, esa respuesta parece más ligada al año hidrológico y menos a precipitaciones recientes, que tienden a ser menos importantes a medida que se acerca el verano.

La escasa variación en el nivel de agua permite mantener el ancho cinturón de macrófitos, algunos de los cuales, como *Cladium mariscus* es muy vulnerable a la sequía (Miguel-Ruano y Sánchez-Carrillo, 2020). Las variaciones en el nivel del agua, por pequeñas que sean, pueden hacer que parte de los sedimentos ocupados por los helófitos queden expuestos al aire en las épocas de sequía, con la consecuente influencia en la biogeoquímica del sistema una vez que son restituidas las aguas. De Vicente (2021) apunta un aumento de la disponibilidad de fósforo en la columna de agua de los humedales mediterráneos después de que las aguas vuelven a cubrir los sedimentos secos. La descomposición de los macrófitos acuáticos es fundamental para el reciclaje de nutrientes y el flujo de energía y es un tema que precisa de más investigación en estos ecosistemas (Wang *et al.*, 2024),

máxime si están sometidos a factores de estrés que puedan condicionar este proceso y los organismos implicados (Bao *et al.*, 2023).

Los cursos fluviales que alimentan el humedal presentan una buena oxigenación de las aguas y los resultados sobre su química se ajustan a lo esperado en la tipología de ríos de cabeceras calcáreas, por lo que los valores de conductividad, alcalinidad y pH responden, en general, a esa característica de la cuenca (Moreno *et al.*, 2006), y los del río Pontezuelas son semejantes a los publicados recientemente (Pozo, 2021). El humedal matiza las características de las aguas, de manera que los emisarios presentan una temperatura más elevada (reflejo de la temperatura en superficie de la laguna) y una conductividad ligeramente más baja que la de los tributarios, es decir el agua que sale del humedal lo hace con menos concentración salina que la que recibe por escorrentía superficial. Los valores de alcalinidad y nutrientes están ligeramente por encima de los señalados por Navarro (2006) para los ríos manchegos de esta tipología. En particular, los valores de nitrato son mucho más elevados, semejantes a los de Pozo (2021), lo que debe interpretarse como fruto de la actividad agrícola en la cuenca, al encontrarse gran parte de la misma dentro de una de las zonas vulnerables de contaminación por nitratos de Castilla-La Mancha (Gobierno de Castilla-La Mancha, 2021).

Por localización geográfica y altitud la laguna de los Ojos de Villaverde debería corresponder a un lago monomíctico cálido, pero la alimentación subterránea altera esa tipología, haciéndolo un polimíctico cálido discontinuo (Wetzel, 2001). En una época en la que para clima mediterráneo sería esperable una columna de agua estratificada con clara termoclina, de al menos 1 °C/m, según Margalef (1974), la alimentación subterránea, que favorece la mezcla, evita ese fuerte gradiente y proporciona una imagen de la columna de agua fruto de la interacción entre factores. Si a ello se suma una transparencia elevada, indicada por los valores del disco de Secchi, la producción de la flora acuática sería posible prácticamente a lo largo de toda la columna de agua, como apuntaban González *et al.* (1991). La oxigenación es buena y, salvo en alguna ocasión, los valores bajos de oxígeno cerca del fondo son raros. Debemos tener en cuenta que las aguas subterráneas pueden aportar poco oxígeno o ninguno, por lo que niveles de oxígeno en profundidad alejados de la anoxia durante el verano serían resultado de la producción fotosintética y de la mezcla con las aguas subterráneas. La elevada oxigenación observada entre los 7 y 8 m de profundidad en algunas ocasiones sería un indicio de ello. El informe de la Confederación Hidrográfica del Júcar correspondiente al verano de 2007 (CHJ, 2024c) señalaba sobresaturación de oxígeno entre los 5 y los 7 metros de profundidad, con valores de clorofila *a* más altos a profundidades medias y hacia el fondo, algo común a nuestros resultados.

Si las aportaciones subterráneas son tan importantes como sugiere la discusión precedente, es evidente que las aguas subterráneas que alimentan este humedal determinan la química del agua de la laguna. Adicionalmente, nos encontramos en cabecera de cuenca, por lo que los ríos, de muy escaso recorrido, reflejan la composición del agua subterránea que los alimenta (ej., Drever, 1997). El río Pontezuelas, principal tributario de superficie, llega a secarse sólo tres kilómetros aguas arriba de la estación de muestreo (observación personal), por lo que la composición de sus aguas sería un ejemplo de ello. La conductividad, como medida de la concentración salina y reflejo de la química del agua subterránea, se ha situado por encima de los valores señalados por González *et al.* (1991) a lo largo de todo nuestro estudio, mientras que los de pH han sido semejantes. La variación temporal de la química del agua subterránea no es algo extraño. Una surgencia localizada aguas arriba del humedal, el Ojo de la Estaca, mostró valores de conductividad comprendidos entre 565 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en octubre de 2003, y 743, en abril de 2004 (datos no publicados).

Contrastan los valores más altos que hemos hallado en lo concerniente a nutrientes nitrogenados, particularmente en el caso del nitrato, en línea con los registrados por la CHJ (2024c) en el seguimiento de estas aguas entre 2010 y 2019, pero que han supuesto más del doble de los señalados por González *et al.* (1991), lo que podría ser debido a un aumento en el uso de fertilizantes en periodos posteriores a ese trabajo o a un tiempo de residencia elevado del nutriente en el acuífero. Como se ha señalado más arriba, la laguna se encuentra en una zona vulnerable a la contaminación por nitratos, y datos del Banco Mundial (2024) indican un crecimiento del consumo de fertilizantes agrícolas en España entre 1988 (134,4 kg/ha) y 2003 (175,3 kg/ha). Aunque posteriormente hubo una reducción hasta los 96,9 kg/ha en 2009, más tarde han vuelto a crecer hasta alcanzar los 161,1 kg/ha en 2021. Para Castilla-La Mancha, durante el periodo de estudio, y para el caso de los nutrientes nitrogenados, se ha pasado de un consumo de 101 300 t en 2010 a 83 800 en 2019, con un máximo de 104 600 t en 2014 (MAPA, 2024).

La masa de agua subterránea de la cuenca (080.136B El Jardín) está sujeta a los programas de control de la contaminación de origen difuso sobre el estado químico (CHJ, 2024c). Nuestros resultados confirman el riesgo de incumplimiento de la Norma de Calidad Ambiental (MMAMRM, 2009) en base al nitrato. De hecho, el arroyo del Sabinar, que reflejaría más fielmente la condición química del acuífero, por tener su nacimiento escasos metros aguas arriba del punto de muestreo, llegó a presentar valores de nitrato de hasta 55 mg/L en el verano de 2010.

Otras variables, como la alcalinidad, y el nitrito, sin aparente modelo en el trabajo citado arriba, han mostrado valores más altos en aguas profundas, al igual que ha sucedido con el amonio y el % de saturación de oxígeno.

Aunque no se aprecia una clara estratificación, el resumen de los resultados de la físico-química del agua en el análisis de componentes principales ha puesto de manifiesto la variabilidad vertical como factor explicativo de la situación de la laguna durante el verano. Es común que la conductividad tienda a aumentar con la profundidad, al venir determinada por el acuífero, mientras que la temperatura y el pH descienden hacia el fondo.

Aparentemente, la variabilidad mostrada por entradas y salidas superficiales de agua de un año a otro es compatible con la estabilidad en las entradas subterráneas, la evaporación o el nivel de la laguna, como se ha visto en otros estudios (Rosenberry y Winter, 2009), lo cual es consecuencia de la escasa importancia de las aportaciones por la escorrentía superficial en comparación con la entrada de agua subterránea.

Aunque la dinámica del agua determina substancialmente la de los nutrientes, la actividad biológica condiciona el carácter de fuente o sumidero del humedal para algunos de ellos, como el amonio o el fosfato (Winter y Likens, 2009). En el presente estudio, que sólo aporta datos de verano, hay indicios de que el humedal actúa como sumidero para algunos nutrientes, ya que los cocientes E/S para amonio (2013) y para $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ (2011 y 2014) son superiores a la unidad cuando los del caudal son inferiores. Dada la importancia de los aportes de agua subterránea, como muestran los balances y lo discutido más arriba, un saldo a favor de las entradas superficiales supone asimilación en el humedal, no sólo de lo que entra por superficie, sino de lo que entra por el acuífero. Cook *et al.* (2010) en un estudio a lo largo de 17 años en lagos semiáridos de Australia encuentran retenciones muy importantes de nitrato y fosfato.

Los balances de masas han puesto de manifiesto que la mayoría de las variables están influidas por los aportes de agua subterránea. Los tributarios, por su escaso recorrido, reflejan las características de las aguas subterráneas, por lo que, la mayor parte de los cocientes son semejantes a los del caudal. Se apartan en parte de ese patrón los nutrientes nitrogenados más reducidos (NH_4^+ y NO_2^-) y el fosfato (PO_4^{3-}), más ligados a la actividad biológica y, por lo tanto, más cambiantes.

Si se exceptúa el caso del nitrato, los parámetros físico-químicos medidos en las aguas corrientes de este trabajo han proporcionado valores que corresponden a aguas de buena calidad, según los criterios establecidos en la legislación (MAAMA, 2015), y era lo esperable en esta comarca (Pozo, 2021). En el caso de la laguna, nuestros resultados no difieren mucho de los proporcionados por la CHJ en sus informes anuales para el mismo periodo y muestran un estado en base a indicadores físico-químicos entre moderado y bueno, dependiendo de los años (CHJ, 2024c).

En un sistema como el presente, al margen de las afecciones de la agricultura, con cierta frecuencia, durante el pasado siglo, se producía la quema de la vegetación del humedal para favorecer los pastos. En un área

protegida, como lo es hoy en día, esos fenómenos pueden ser ocasionales, como el ocurrido en marzo de 2020 (observación personal, figura 8), pero, como consecuencia, el evento puede provocar la desaparición de especies y la aparición de otras. Parece ser que *P. australis* puede aumentar sus poblaciones en detrimento de otras porque tiene una capacidad de rebrote mayor que la de otras especies tras la quema (Del-Val *et al.*, 2012).



Figura 8. Imagen del humedal tras el incendio sufrido en marzo de 2020. Fotografía del autor.

Una de las amenazas a los humedales, al margen del exceso de nutrientes impuesto por las actividades agrícolas en este caso, es el cambio climático. Aunque no es evidente un aumento de la temperatura de la laguna a lo largo de esos diez años, no podemos descartar que no sea vulnerable a ello. O'Reilly *et al.* (2015), en una síntesis de datos de lagos de todo el mundo, pusieron de manifiesto que la temperatura de la superficie del agua creció rápidamente entre 1985 y 2009 (una media global de 0,34 °C por década), en su mayor parte debido al cambio climático, lo cual urge a la necesidad de incorporar los impactos del clima en los planes de seguimiento de los lagos.

El cambio climático no sólo puede producir un aumento de la temperatura de las aguas, sino que también puede modificar los patrones de escorrentía y alterar la dinámica de la estratificación y mezcla de las aguas y la biogeoquímica de los lagos (Jiménez-Navarro *et al.*, 2023). La laguna de los Ojos de Villaverde no es una excepción. El Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar para el periodo 2022-2027 contempla reducciones en los recursos renovables de la misma por el cambio climático (CHJ, 2024a). Aunque no hayamos detectado grandes cambios, cosa que informa de que la laguna no se ha deteriorado apreciablemente, sí se han puesto de manifiesto los factores esenciales del funcionamiento del humedal a nivel hidrológico y químico, por lo que la acumulación de datos en series temporales largas son una herramienta muy útil en el análisis de la respuesta del

ecosistema ante los cambios ambientales, redundando en una mejor gestión del ecosistema.

En definitiva, la complejidad del humedal está condicionada por aportes continuos de agua con independencia de la sequía estival y pone de manifiesto la necesidad de preservar la continuidad tanto de la cantidad como de la calidad de los aportes hídricos. Además, el mantenimiento de la importante orla de helófitos es esencial para el reciclaje de nutrientes, favoreciendo la purificación de las aguas (Billen *et al.*, 2018; Thomaz, 2023), lo que abunda en la necesidad de su conservación. Y ello no exime de tratar de reducir la intensidad del uso del suelo dentro de la cuenca hidrográfica, como se sugiere en otros casos (Novikmec *et al.*, 2016) y, en un área protegida como la que aquí se trata, parece interesante aplicar el concepto de área de influencia de antropización difusa (García-Ayllon y Radke, 2021), es decir, incorporar el análisis espacial de la cuenca hidrográfica en la evaluación de los procesos que puedan deteriorar este tipo de sistemas.

Este trabajo, sin ser pretencioso, representa un esbozo del balance de masas, una herramienta no siempre abordada en el estudio de los sistemas acuáticos, pero que puede aportar información relevante sobre su funcionamiento (Winter y Likens, 2009). Es cierto que en la actualidad se emplean técnicas basadas en isótopos estables para estudiar balances químicos porque arrojan resultados más precisos, pero tampoco son la panacea (Sánchez-Carrillo y Álvarez-Cobelas, 2018) y dependerá de la información que se pretenda obtener. Hemos tratado de extenderlo en el tiempo, sabiendo que tampoco abundan las series temporales y, por modesto que sea, es una aportación que entendemos que contribuye al avance del conocimiento. Sería deseable que los estudios científicos sobre este interesante humedal aumentaran, en particular sobre la columna de agua y sobre el cinturón de helófitos, en la seguridad de que sus resultados serían muy útiles para los gestores de este paraje.

AGRADECIMIENTOS

La financiación de este estudio proviene del grupo de investigación de Ecología de Ríos de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), que proporcionó los equipamientos empleados, y de las ayudas del Gobierno Vasco/EJ IT302-10 e IT951-16, de las que el autor fue investigador principal. Se agradece el apoyo técnico y humano de los Servicios Generales de Investigación, SGIker (UPV/EHU, MICINN, GV/EJ, FSE) por las medidas de cationes y aniones.

Gracias a la Confederación Hidrográfica del Júcar, por el permiso de navegación, y a la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha, por el permiso para la toma de datos en la laguna de los Ojos de Villaverde.

Gracias a Juan Carlos Romero, que ha proporcionado los datos de precipitación de la estación meteorológica de la AEMET 8167; a Javier Pérez, por su ayuda en las tareas de laboratorio, y a José Luis Moreno, por su apoyo en las tareas de campo al inicio de este estudio; y a todas las personas que, en algún momento, de uno u otro modo, a lo largo de 10 años prestaron su ayuda.

BIBLIOGRAFÍA

- Adrian, R., O'Reilly, C. M., Zagarese, H., Baines, S. B., Hessen, D. O., Keller, W., Livingstone, D. M., Sommaruga, R., Straile, D. Van Donk, E. Weyhenmeyer G. A. y Winder, M. (2009). Lakes as sentinels of climate change. *Limnol. Oceanogr.* 54: 2283-2297. DOI: 10.4319/lo.2009.54.6_part_2.2283.
- AEMET (2024). AEMET Open Data. Valores climatológicos. Agencia Estatal de Meteorología. Disponible en: <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?> (Acceso 17/6/24).
- APHA (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21st. Ed. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation. Washington, USA. 1288 pp.
- Babinger, F. (2002). La creciente importancia medioambiental de los humedales a modo de recesión bibliográfica. *Observatorio Medioambiental*, 5: 333-347.
- Banco Mundial (2024). Consumo de fertilizantes. Grupo Banco Mundial. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.CON.FERT.ZS> (Acceso 21/5/2024).
- Bansal, S., Creed, I. F., Tangen, B. A., Bridgham, S. D., Desal, A. R., Krauss, K. W., Neubauer, S. C., Noe, G. B., Rosenberry, D. O., Trettin, C., Wickland, K. P., Allen, S. T., Arias-Ortiz, A., Armitage, A. R., Baldocchi, D., Banerjee, K., Bastviken, D., Berg, P., Bogard, M. J., Chow, A. T., Conner, W. H., Craft, C., Creamer, C., DelSontro, T., Duberstein, J. A., Eagle, Me., Fennessy, M. S., Finkelstein, S. A., Göckede, M., Grunwald, S., Halabisky, M., Herbert, E., Jahangir, M. M. R., Johnson, O. F., Jones, M. C., Kelleway, J. J., Knox, S., Kroeger, K. D., Kuehn, K. A., Lobb, D., Loder, A. L., Ma, S., Maher, D. T., McNicol, G., Meler, J., Middleton, B. A., Mills, C., Mistry, P., Mitra, A., Mobilian, C., Nahlik, A. M., Newman, S., O'Connell, J. L., Oikawa, P., Post van der Burg, M., Schutte, C. A., Song, C., Stagg, C. L., Turner, J., Vargas, R., Waldrop, M. P., Wallin, M. B., Wang, Z. A., Ward, E. J., Willard, D. A., Yarwood, S. y Zhu, X. (2023). Practical guide to measuring wetland carbon pools and fluxes. *Wetlands*, 43:105. DOI: 10.1007/s13157-023-01722-2.
- Bao, S., Jin, L., Wu, Q., Xie, S., Xu, J., Peng, S., Liu, C. y Pan, Y. (2023). Effects of interspecific interactions on aquatic macrophyte litter

- decomposition and its influencing factors. *ACS ES&T Water*, 3: 3755-3766. <https://doi.org/10.1021/acsestwater.3c00256>.
- Billen, G., Ramarson, A., Thieu, V., Théry, S., Silvestre, M., Pasquier, C., Hénault, C. y Garnier, J. (2018). Nitrate retention and the river-watershed interface: a new conceptual modeling approach. *Biogeochemistry*, 139: 31-51. DOI: 10.1007/s10533-018-0455-9.
- Ministerio de la Presidencia, Justicia y Relaciones con las Cortes (2023). *Ley de Aguas. La norma al día*. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Madrid. 150 pp.
- Camacho, A., Santamans, A. C., Morant, D., Ferriol, C., Camacho-Santamans, A. y Picazo, A. (2019). *Recopilación de información sobre tipos de hábitat y ecosistemas leníticos de interior en España*. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 50 pp.
- Cantonati, M., Stevens, L. E., Segadelli, S., Springer, A. E., Goldscheider, N., Celico, F., Filippini, M., Ogata, K. y Gargani, A. (2020). Ecohydrology: The interdisciplinary convergence needed to improve the study and stewardship of springs and other groundwater-dependent habitats, biota, and ecosystems. *Ecological Indicators*, 110: 105803. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.105803.
- Cirujano, S., Montes, C. y García, L. (1988). Los humedales de la provincia de Albacete. Una panorámica general. *Al-Basit*, 24: 77-95.
- Cirujano, S., Álvarez-Cobelas, M. y Ruiz de la Hermosa, C. (2010). Analysis of applied environmental management strategies for wetland conservation during the last 30 years: a local history. En Sánchez-Carrillo, S. y Angeler, D.G. (eds.), *Ecology of threatened semi-arid wetlands: long-term research in Las Tablas de Daimiel. Wetlands: Ecology, Conservation and Management*, 2:229-237. Springer. Dordrecht.
- Comín, F. A. (2014). *Manual de restauración de humedales en cuencas agrícolas*. Comarca de Los Monegros. Huesca. 84 pp.
- CHJ (2024a). Plan hidrológico de cuenca. Ciclo 2022-2027. Confederación Hidrográfica del Júcar. Disponible en: <https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Paginas/PHC-2022-2027-Plan-Hidrologico-cuenca.aspx> (Acceso 20/6/2024).
- CHJ (2024b). Hidrología. Masas de agua superficial. Confederación Hidrográfica del Júcar. Disponible en: <https://www.chj.es/es-es/medioambiente/cuencahidrografica/Paginas/Hidrolog%C3%ADa.aspx#uno> (Acceso 20/6/2024).
- CHJ (2024c). Redes de control. Confederación Hidrográfica del Júcar. Disponible en: <https://www.chj.es/es-es/medioambiente/redescontrol/Paginas/RedesdeControl.aspx> (Acceso 14/1/23-6/2/24).
- Cook, P. L. M., Aldridge, K. T., Lamontagne, S. y Brookes, J. D. (2010). Retention of nitrogen, phosphorus and silicon in a large semi-arid riverine lake system. *Biogeochemistry*, 99: 49-63. DOI: 10.1007/s10533-009-9389-6.

- De Vicente, I. (2021). Biogeochemistry of Mediterranean wetlands: a review about the effects of water-level fluctuations on phosphorus cycling and greenhouse gas emissions. *Water*, 13: 1510. <https://doi.org/10.3390/w13111510>.
- Del-Val, E., Pacheco, A. L. y Lindig-Cisneros, R. (2012). Mecanismos de persistencia de *Phragmites australis* en el manantial de La Mintzita. *Biológicas*, 14: 18-22.
- DOCE, 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, ES: L327/1-72.
- DOCM (2006). Decreto 44/2006, de 25-04-2006 por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Laguna de los Ojos de Villaverde, en los términos Municipales de Robledo, Alcaraz, El Ballestero y El Bonillo de la provincia de Albacete, y se declara Reserva Natural de la Laguna de los Ojos de Villaverde y su zona periférica de protección. *Diario Oficial de Castilla-La Mancha*, 89: 9955-9969.
- Dodds, W.K. (2002). *Freshwater ecology. Concepts and environmental applications*. Academic Press. San Diego, Ca, USA. 569 pp.
- Drever, J.I., 1997. *The geochemistry of natural waters. Surface and groundwater environments*. 3rd. Ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA. 436 pp.
- Fernández, F. (2000). Los condicionantes climáticos del paisaje. En Consejería de Cultura: *Guía de los espacios naturales de Castilla-La Mancha*: 41-54. Servicio de Publicaciones. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 5ª Ed. Toledo.
- Fick, S. E. y Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.*, 37: 4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>.
- Florín, M., Montes, C. y Rueda, F. (1993). Origin, hydrologic functioning, and morphometric characteristics of small, shallow, semiarid lakes (*lagunas*) in La Mancha, Central Spain. *Wetlands*, 13: 247-259.
- Florín, M. (1999). Funciones y valores de los humedales manchegos. *Quercus*, 163: 10-18.
- Florín, M. (2011). Investigación aplicada a la gestión y conservación de los humedales de La Mancha Húmeda. En Pérez, M., Aramburu, M. J. y González, J. L. (eds.), *Reserva de la Biosfera de La Mancha Húmeda: retos y oportunidades de futuro*: 147-155. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- Florín, M. y Montes, C. (1999). Functional analysis and restoration of Mediterranean lagunas in the Mancha Húmeda Biosphere Reserve (Central Spain). *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 9: 97-109. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0755\(199901/02\)9:1<97::AID-AQC329>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0755(199901/02)9:1<97::AID-AQC329>3.0.CO;2-F).
- Gao, J., Zhu, S., Li, D., Jiang, H., Deng, G., Wen, Y., He, C. y Cao, Y. (2023). Bibliometric analysis of climate change and water quality.

- Hydrobiologia*, 850: 3441-3459. <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05270-y>.
- García-Rodeja, E., Fraga, M. I., Fidalgo, C. y González, J. A. (2009). 7210 Áreas pantanosas calcáreas con *Cladium mariscus* y especies de *Caricion davalliance*. En VV.AA, *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. 62 pp. Ministerio de Medio ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- García-Ayllón, S. y Radke, J. (2021). Diffuse anthropization impacts in vulnerable protected areas: comparative analysis of the spatial correlation between land transformation and ecological deterioration of three wetlands in Spain. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 10, 630. <https://doi.org/10.3390/ijgi10090630>.
- Gobierno de Castilla-La Mancha, 2021. Estudio Ambiental Estratégico del Programa de Actuación aplicable a las Zonas Vulnerables a la Contaminación por Nitratos de origen agrario, designadas en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. PLA-SC-19-0433. Disponible en: https://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/pdf/20211125/5_informe_evaluacion_ambiental.pdf (Acceso 22/5/24).
- González, M. A. (2000). El agua. Ríos, lagunas y acuíferos. En Consejería de Cultura, *Guía de los espacios naturales de Castilla-La Mancha*: 55-67. Servicio de Publicaciones. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 5ª Ed. Toledo.
- González, J.L., González, L.J. & Mujeriego, F.L. (1991). *Introducción a la ecología de la laguna Ojos de Villaverde*. Instituto de Estudios Albacetenses de la Excm. Diputación de Albacete. Serie I – Ensayos Históricos y Científicos, 57. Albacete. 234 pp.
- González, J. A. y Vázquez, A. (2000). Las formas del relieve: llanuras, páramos y montañas. En Consejería de Cultura, *Guía de los espacios naturales de Castilla-La Mancha*: 17-40. Servicio de Publicaciones. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 5ª Ed. Toledo.
- González Bernáldez, F. (1996). Paisajes freatófiticos. En Martín Duque, J. F. y Montalvo, J. (eds.), *Agua y paisaje. Naturaleza, cultura y desarrollo*: 45-56. Multimedia Ambiental, Madrid.
- Herreros, J. A. (1987). *Introducción al estudio de las zonas húmedas de la provincia de Albacete y su avifauna acuática*. Instituto de Estudios Albacetenses-CSIC, Serie I – Ensayos Históricos y Científicos, 29. Albacete. 132 pp.
- Hinegk, L., Adami, L., Piccolroaz, S., Amadori, M., Moretti, M., Tubino, M. y Toffoln, M. (2023). Multidecadal analysis of Lake Garda water balance. *J. Limnol.*, 82: 2144. DOI: 10.4081/jlimnol.2023.2144.
- IGN (2023a). Sistema de Información Geográfica Nacional (SIGNA). Instituto Geográfico Nacional. Disponible en: <https://signa.ign.es/signa/> (Acceso 15/5/-27/6/ 2023).
- IGN (2023b). Sistema de Información Geográfica Nacional (SIGNA). Instituto Geográfico Nacional. Disponible en: <https://signa.ign>.

- es/signa/, servicio añadido http://mapas.igme.es/gis/services/Cartografia_Geologica/IGME_Geode_50/MapServer/WMSServer (Acceso 15/5-27/6/2023).
- IGN (2023c). Sistema de Información Geográfica Nacional (SIGNA). Instituto Geográfico Nacional. Disponible en: <https://signa.ign.es/signa/>, servicio añadido <https://servicios.idee.es/wms-inspire/ocupacion-suelo> (Acceso 15/5/-27/6/ 2023).
- JCCM (2023). Plan de Gestión de Laguna de Los Ojos de Villaverde, ES4210005 (Albacete). Dirección General de Montes y Espacios Naturales, Consejería de Agricultura, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Disponible en: <https://www.castillalamancha.es/gobierno/agrimedambydesrur/estructura/dgapfyen/rednatura2000/zecES4210005> (Acceso 10/10/23).
- Jiménez-Navarro, I. C., Mesman, J. P., Pierson, D., Trolle, D., Nielsen, A. y Senent-Aparicio, J. (2023). Application of an integrated catchment-lake model approach for simulating effects of climate change on lake inputs and biogeochemistry. *Science of the Total Environment*, 885: 163946. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163946>.
- La Calle, A. (2003). El régimen jurídico comunitario e internacional de los humedales. En Paracuellos, M. (ed.), *Ecología, manejo y conservación de los humedales*: 13-23. Instituto de Estudios Almerienses. Almería.
- MAAMA (2015). Real Decreto 817/215, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. *Boletín Oficial del Estado*, 219: 80582-80677. Madrid.
- MMAMRM (2009). Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. *Boletín Oficial del Estado*, 255: 88201-88215.
- MAPA (2024). Estadística de consumo de fertilizantes en la agricultura. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/estadisticas-medios-produccion/fertilizantes.aspx> (Acceso 21/5/2024).
- Margalef, R. (1974). *Ecología*. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 951 pp.
- Matamala, J. J. y Aguilar, F. J. (2003). Humedales almerienses. En Paracuellos, M. (ed.), *Ecología, manejo y conservación de los humedales*: 221-244. Instituto de Estudios Almerienses, Almería.
- Miguel-Ruano, M. y Sánchez-Carrillo, S. (2020). El declive de la vegetación acuática en los humedales como respuesta a la degradación ambiental: el caso de la masiega (*Cladium mariscus*) en Las Tablas de Daimiel y su restauración potencial. *Ecosistemas*, 29: 1963. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1963>.
- Morales, J. J., Paes, N. D. S., Silva, A. C. M. y Teixido, A. J. (2023). Fire and water: fire impacts on physicochemical properties of freshwater

- ecosystems. *Fundam. Appl. Limnol.*, 196/2: 137-153. DOI: 10.1127/fal/2023/1488.
- Moreno, J. L., Navarro, C. y De Las Heras, J. (2006). Abiotic ecotypes in south-central Spanish rivers: Reference conditions and pollution. *Environmental Pollution*, 143: 388-396. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.12.012>.
- Navarro, C. (2006). *El estado ecológico de los ríos de Castilla-La Mancha*. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha, CREA. Albacete. 247 pp.
- Novikmec, M., Hamerlík, L., Kocicky, D., Hrivnák, R., Kochjarová, J., Ot'ahel'ová, H., Pal'ove-Balang, P. y Svitok, M. (2016). Ponds and their catchments: size relationships and influence of land use across multiple spatial scales. *Hydrobiologia*, 774: 155-166. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2514-8>.
- O'Reilly, C. M., Sharma, S., Gray, D. K., Hampton, S. E., Read, J. S., Rowley, R. J., Schneider, P., Lenters, J. D., McIntyre, P. B., Kraemer, B. M., Weyhenmeyer, G. A. Straile, D., Dong, B., Adrian, R., Allan, M. G., Anneville, O., Arvola, L., Austin, J., Bailey, J. L., Baron, J. S., Brookes, J. D., de Eyto, E., Dokulil, M. T., Hamilton, D. P., Havens, K., Hetherington, E. L., Higgins, S. N., Hook, S., Izmet'eva, L. R., Joehnk, K. D., Kangur, K., Kasprzak, P., Kumagai, M., Kuusisto, E., Leshkevich, G., Livingstone D. M., MacIntyre, S., May, L., Melack, J. M., Mueller-Navarra, D. C., Naumenko, M., Noges, P., Noges, T., North, R. P., Plisnier, P. D., Rigosi, A., Rimmer, A., Rogora, M., Rudstam, L. G., Rusak, J. A., Salmaso, N., Samal, R., Schindler, D. E., Schladow, S. G., Schmid, M., Schmidt, S. R., Silow, E., Soyly, M. E., Teubner, K., Verburg, P., Voutilainen, A., Watkinson, A., Williamson C. E. Y Zhang, G. (2015). Rapid and highly variable warming of lake surface waters around the globe. *Geophys. Res. Lett.*, 42: 10773-10781. <https://doi.org/10.1002/2015GL066235>.
- Paracuellos, M. (ed.) (2003). *Ecología, manejo y conservación de los humedales*. Instituto de Estudios Almerienses, Almería. 257 pp.
- Pinheiro, J. P. S., Windsor, F. M., Wilson, R. W. y Tyler, C. R. (2021). Global variation in freshwater physicochemistry and its influence on chemical toxicity in aquatic wildlife. *Biol. Rev.*, 96: 1528-1546. <https://doi.org/10.1111/brv.12711>.
- Pozo, J. (2021). Campo de Montiel y Sierra de Alcaraz: ríos de cabecera de cuatro cuencas hidrográficas ibéricas. *Rev. estud. Campo Montiel*, 7: 17-44. <https://doi.org/10.30823/recm.72021132>.
- Pulido-Velázquez, D., Collados-Lara, A. J., Pérez-Sánchez, J., Segura-Méndez, F. J. y Senent-Aparicio, J. (2021). Climate change impacts on the streamflow in Spanish basins monitored under near-natural conditions. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 38: 100937. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100937>.
- Rosenberry, D. O. y Winter, T. C. (2009). Hydrologic processes and the water budget. En Winter, T. C. y Likens, G. E. (eds.), *Mirror Lake:*

- interactions among air, land, and water*: 23-68. Freshwater Ecology Series. University of California Press, Berkeley, Ca, USA.
- Sánchez-Carrillo, S., Angeler, D. G., Sánchez-Andrés, R., Álvarez-Cobelas, M. y Garatuza-Payán, J. (2004). Evapotranspiration in semi-arid wetlands: relationships between inundation and the macrophyte-cover: open-ratio. *Advances in Water Resources*, 27: 643-655. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2004.02.018>.
- Sánchez-Carrillo, S. y Álvarez-Cobelas, M. (2018). Stable isotopes as tracers in aquatic ecosystems. *Environ. Rev.*, 26: 69-81. <https://doi.org/10.1139/er-2017-0040>.
- Sánchez-Carrillo, S. y Angeler, D.G. (eds.) (2010). Ecology of threatened semi-arid wetlands: long-term research in Las Tablas de Daimiel. *Wetlands: ecology, conservation and management*, 2. Springer. Dordrecht. 292 pp. DOI 10.1007/978-90-481-9181-9.
- Serrano de la Cruz, M. A. (2013). La delimitación del Campo de Montiel: principales enfoques y problemáticas. *Rev. estud. Campo Montiel*, 3: 51-84.
- Sartory, D. P. y Grobelaar, J. E. (1984). Extraction of chlorophyll *a* from freshwater phytoplankton for spectrophotometric analysis. *Hydrobiologia*, 14: 177-187.
- Scheffer, M. (1998). *Ecology of shallow lakes*. Population and Community Biology Series 22. Chapman & Hall, London. 357 pp.
- Thomaz, S. M. (2023). Ecosystem services provided by freshwater macrophytes. *Hydrobiologia*, 850: 2757-2777. <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04739-y>.
- Vicente, E., Miracle, R. M., Armengol, J., Camacho, A. y Roca, J. R. (1998). *Estudio limnológico de 28 humedales de Castilla-La Mancha como base para la elaboración del Plan de Ordenación de Recursos Naturales*. Universitat de València. Unidad de Investigación de Limnología. Informe. 405 pp.
- Vystavna, Y., Harjung, A., Monteiro, L. R., Matiatos, I. y Wassenaar, L. I. (2021). Stable isotopes in global lakes integrate catchment and climatic controls on evaporation. *Nature Communications*, 12: 7224. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27569-x>.
- Wang, Q., Zhang, H., Yan, Z., Wang, J., Yu, H., Yu, D. y Liu, C. (2024). Decomposition of exotic versus native aquatic plant litter in a lake littoral zone: stoichiometry and life form analyses. *Science of the Total Environment*, 927: 172271. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172271>.
- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology. Lake and river ecosystems*. 3rd ed. Academic Press, San Diego, Ca, USA. 1006 pp.
- Wetzel, R.G. y Likens, G.E. (1991). *Limnological Analyses*. 2nd Ed. Springer-Verlag, New York. 391 pp.
- Winter, T. C. y Likens, G. E. (eds.) (2009). *Mirror Lake: interactions among air, land, and water*. Freshwater Ecology Series. University of California Press, Berkeley, Ca, USA. 361 pp.

BALANCE DE CARBONO COMARCAL: PROVINCIA DE ALBACETE

CARBON BALANCE AT THE DISTRICT LEVEL: PROVINCE OF ALBACETE

Gloria M^a PÉREZ-BUSTOS MUÑOZ^{1,}*

Recibido: 6 de mayo de 2024

Aprobado: 25 de septiembre de 2024

Cómo citar este artículo:

Pérez-Bustos, G. M^a. (2024). Balance de carbono comarcial: provincia de Albacete. *Sabuco*, 18: 115-134. http://doi.org/10.37927/sabuco.18_6

RESUMEN

El balance de carbono comarcial en la provincia de Albacete mide la interacción entre emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la capacidad de absorción de carbono de la región, especialmente a través de sumideros naturales. Para ello, se analizan las emisiones de sectores claves: energético, combustible, transporte, industria, primario y residuos, en siete comarcas. El cálculo de la huella de carbono (HdC) se realiza utilizando herramientas adaptadas localmente y se evalúan los sumideros agroforestales de igual forma. Los resultados muestran que, seis comarcas mantienen un saldo de carbono negativo, es decir, absorben más carbono del que emiten. Se destacan diferencias entre comarcas: Sierra de Segura y Sierra de Alcaraz, que presentan mayores capacidades de absorción, mientras que las comarcas Almansa y Centro, muestran mayores emisiones, debido a su alta densidad poblacional y actividad económica. El estudio concluirá que la provincia de Albacete en su conjunto contribuye positivamente a la mitigación del cambio climático, pero es necesario mejorar la gestión de los sumideros, reducir las emisiones en las áreas más urbanizadas y de mayor actividad socioeconómica.

Palabras clave: balance de carbono, comarcas, huella de carbono, sumideros de carbono.

ABSTRACT

The regional carbon balance in the province of Albacete measures the interaction between greenhouse gas (GHG) emissions and the region's car-

¹ Observatorio Provincial de Sostenibilidad de Albacete (UCLM)

* Dirección para correspondencia: gloria.perezbustos@uclm.es

bon absorption capacity, particularly through natural sinks. To achieve this, emissions from key sectors such as energy, fuel, transportation, industry, primary, and waste are analysed across seven districts. The calculation of the carbon footprint (CF) is carried out using locally adapted tools, agro-forest sinks are evaluated in the same manner. The results show that six districts maintain a negative carbon balance, meaning they absorb more carbon than they emit. Differences between districts: the Sierra of Segura and the Sierra of Alcaraz, which show greater absorption capacities, while districts, like Almansa and Centro, show higher emissions due to their high population density and economic activity. The study concludes that the province of Albacete contributes positively to climate change mitigation, but it is necessary to improve the management of carbon sinks, reduce emissions in more urbanized areas with higher socioeconomic activity.

Key words: carbon balance, carbon footprint, districts, sinks

1. INTRODUCCIÓN

El balance global del carbono determina la entrada de CO₂ en la atmósfera procedente de las emisiones de las actividades humanas, compensada por su salida (almacenamiento) a los reservorios de carbono en la tierra o en el océano. (Canadell y Carlson, 2017). El balance de carbono refleja la diferencia entre las emisiones de GEI generadas por la actividad humana y la capacidad del planeta para absorberlas, a través de sumideros naturales como los bosques, los océanos y los suelos, es decir, la relación o diferencia entre los conceptos de Huella de carbono (HdC) y Sumideros.

Desde la primera Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) en 1992, la comunidad internacional ha reconocido la necesidad urgente de mitigar las emisiones de GEI. Este reconocimiento condujo al Protocolo de Kioto (1997) en su redacción del artículo 3, estableció la obligatoriedad de cuantificar el balance de carbono de las actividades directas e indirectas y al Acuerdo de París (2015) estableció metas globales para reducir las emisiones de carbono y limitar el aumento de la temperatura global por debajo de los 2 °C en comparación con los niveles preindustriales (UNFCCC, 2015). Se van dando pequeños pasos para reducir, mitigar o adaptarnos a la nueva realidad climática a través de mediciones, normativas correctivas, legislación y políticas palancas, compromisos por países... para mitigación del cambio climático, es crucial medir, reducir y compensar las emisiones netas de carbono a diferentes escalas: mundial, regional y local.

En 2019 la Comisión Europea (CE) presenta el *Pacto Verde Europeo* cuyo fin es conseguir la neutralidad climática en 2050 y consolidar e impulsar la *Hoja de Ruta hacia 2050: una Europa próspera baja en carbono*, donde la

Unión Europea (UE) se comprometía a reducir sus emisiones y su ambición climática para 2030 es reducir al menos un 55 % ; y un 60 % en 2040. En 2021 se presentó el paquete “Fit for 55” de medidas para adaptar las legislaciones de clima, energía y transporte... actualizando las normas vigentes de la UE. El balance de carbono es crucial para entender y mitigar los efectos del aumento de los GEI, particularmente el dióxido de carbono (CO₂), en el calentamiento global (Masson-Delmotte *et al.*, 2021).

En 2021 en España se hay un total de 11 políticas o medidas vinculadas con la reducción de emisiones de GEI y el incremento de las absorciones en el estado, según la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, 2023). Destacaremos en el marco normativo nacional sobre cambio climático la existencia de la Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética; el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 (BOE, 2021); el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030; la Estrategia de Transición Justa y la Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050; alineados con los compromisos europeos, buscan una reducción del 23 % de las emisiones de GEI para 2030, al tiempo que potencian la restauración de ecosistemas y la gestión forestal sostenible como mecanismos clave para aumentar los sumideros de carbono según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO, 2020).

Castilla-La Mancha (CLM) es una región semiárida caracterizada por vastas extensiones de tierras agrícolas, fuente importante de emisiones de GEI, y superficie forestal que tiene un papel crucial en la estrategia nacional de absorción de carbono, puede contribuir a la absorción de carbono, a través de sus bosques y pastizales (MITECO, 2020). No obstante, también es un área afectada por la desertificación y la degradación del suelo, lo que pone en riesgo su capacidad de actuar como sumidero de carbono en el futuro. Por lo tanto, la gestión sostenible del territorio es esencial para maximizar su potencial como sumidero y contribuir al balance de carbono de España.

La HdC es un indicador fundamental en la evaluación del impacto ambiental de actividades humanas su cuantificación involucra un análisis profundo de las emisiones de GEI generadas directa o indirectamente por personas u organizaciones en todos los sectores. Los sumideros de carbono son sistemas que retienen más carbono del que emiten y contribuyen a reducir la concentración de CO₂ en la atmósfera. La capacidad de los sumideros para mitigar el cambio climático depende de factores como la gestión forestal sostenible y la conservación de ecosistemas clave, lo cual se aborda en las políticas de mitigación y adaptación climática a nivel local y global (Griscom *et al.*, 2017).

La evaluación del balance de carbono a nivel comarcal puede proporcionar datos críticos para la planificación sostenible, la gestión de recursos naturales y estrategias de adaptación al cambio climático. Las iniciativas de “ciudades carbono neutro” son un ejemplo de cómo los datos locales sobre huella y sumideros pueden integrarse en políticas de desarrollo sostenible

(Puppim de Oliveira *et al.*, 2013). Las medidas expuestas dan el soporte normativo y de interés general sobre la necesidad de tener el conocimiento del balance de carbono comarcal del presente estudio, utilizando datos locales para analizar las interacciones entre las emisiones de carbono y los sumideros en esta región. Se pretende proporcionar una visión integral de los desafíos y las oportunidades para la gestión del carbono a nivel comarcal, y cómo pueden influir en la lucha contra el cambio climático.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

Aunque no hay una comarcalización oficial, las diferencias orográficas, demográficas, climáticas y en particular el devenir histórico de los territorios albaceteños revelan un espacio muy heterogéneo en términos socioeconómicos y culturales. Existen 7 comarcas cuyas áreas varían en correspondencia de la función a la que se vean destinada, tomando de referencia la clasificación comarcal del censo agrario (MAPAMA, 2022), para el desarrollo del estudio de su balance de carbono. Las **7 comarcas agrarias** (figura 1), se corresponde con la estructura de agrupaciones de los municipios por comarcas, según especifica el Censo Agrario de 1999, de 2009 y de 2020. Para una descripción más individualizada de las comarcas, se hace referencia al “*Tomo 4. Provincia de Albacete. Caracterización de las comarcas agrarias de España*” (MAPAMA, 2011), se expone alguna información demográfica para trabajar con las comarcas.

- Comarca 01: Mancha. La parte perteneciente a la provincia de Albacete está compuesta por un total de 10 municipios: El Bonillo, Fuensanta, Lezuza, Minaya, Munera, Ossa de Montiel, La Roda, Tarazona de la Mancha, Villalgordo del Júcar y Villarrobledo. La comarca contiene el 15,3 % de la población total y el 19,8 % de la superficie total.
- Comarca 02: Manchuela. La parte perteneciente a la provincia de Albacete está compuesta por un total de 23 municipios: Abengibre, Alatoz, Alborea, Alcalá del Júcar, Balsa de Ves, Carcelén, Casas de Ves, Casas-Ibáñez, Cenizate, Fuentealbilla, Golosalvo, Jorquera, Madrigueras, Mahora, Motilleja, Navas de Jorquera, Pozo-Lorente, La Recueja, Valdeganga, Villa de Ves, Villamalea, Villatoya y Villavaliante. La comarca contiene el 6,8 % de la población total y el 10,9 % de la superficie total.
- Comarca 03: Sierra de Alcaraz. Compuesto por un total de 17 municipios: Alcaraz, El Ballester, Bienservida, Casas de Lázaro, Cotillas, Masegoso, Paterna del Madera, Peñascosa, Povedilla, Riópar, Roble-

do, Salobre, San Pedro, Vianos, Villapalacios, Villaverde de Guadali-
mar y Viveros. Es la comarca con menor población, contiene el 2,3 %
de la población total y el 12,3 % de la superficie total.

- Comarca 04: Centro. Está compuesta por un total de 17 municipios: Albacete, Alcadozo, Balazote, Barrax, Casas de Juan Núñez, Chinchilla de Montearagón, Corral-Rubio, La Gineta, La Herrera, Higuera, Hoya-Gonzalo, Montalvos, Peñas de San Pedro, Pétrola, Pozo Cañada, Pozohondo y Pozuelo. Alberga a la capital provincial (Albacete) y contiene al 50,5 % de la población total, además de ser la comarca de mayor superficie un 23,7 % .
- Comarca 05: Almansa. Compuesta por un total de 6 municipios: Almansa, Alpera, Bonete, Caudete, Fuente-Álamo y Montealegre del Castillo. La comarca contiene el 10,9 % de la población total y el 8,6 % de la superficie total.
- Comarca 06: Sierra de Segura. Compuesta por un total de 9 municipios: Ayna, Bogarra, Elche de la Sierra, Férez, Letur, Molinicos, Nerpio, Socovos y Yeste. La comarca contiene el 3,3 % de la población total y el 14,5 % de la superficie total.
- Comarca 07: Hellín. Compuesta por un total de 5 municipios: Albataña, Hellín, Liétor, Ontur y Tobarra. La comarca contiene el 10,9 % de la población total y el 10 % de la superficie total.

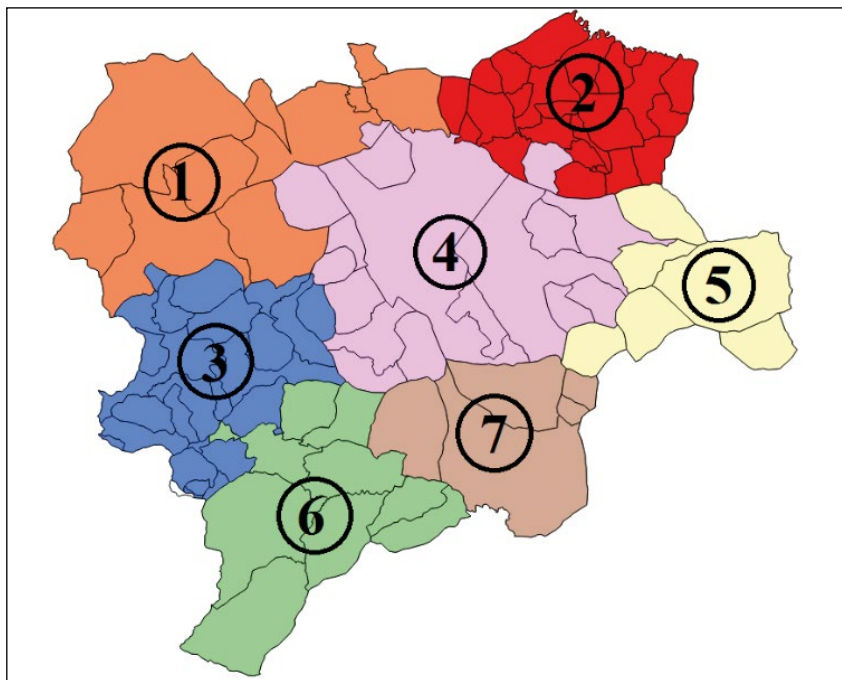


Figura 1. Distribución por comarcas agrarias de la provincia de Albacete.

2.2. Metodología

La comarca es una entidad administrativa compuesta por una pluralidad de municipios en el seno de una provincia y se identifica por determinadas características físicas o culturales (RAE, 2023). El Título III del Estatuto de Autonomía de CLM establece la organización territorial de la región (Estatuto de Autonomía de Castilla-La Mancha, 1982), se dispone el reconocimiento de comarcas, sin embargo, no se ha reconocido ninguna a lo largo del tiempo. La diputación provincial de Albacete no ha establecido ninguna división comarcal y, por tanto, mantendremos las Comarcas Agrarias. Para establecer el balance de carbono de cada comarca, se llevará a cabo el cálculo de la HdC y de los sumideros de las comarcas como el sumatorio del total de los datos individuales de sus municipios.

Tras la revisión de estudios comparativos de herramientas disponibles para el cálculo de emisiones de GEI para municipios (Álvarez, 2010; Cobo *et al.*, 2020; Pérez-Bustos, 2016), se determina que la más sencilla, objetiva y comprensible es la metodología de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP, 2009) porque en ella se explican con detalle los pasos del cálculo, es bastante flexible y tiene en cuenta algunas medidas de reducción de CO₂ como los sumideros o la producción local de energías renovables (Sala *et al.*, 2010). En base a dicho estudio la herramienta incluye las 3 categorías de fuentes de emisiones GEI asociadas a una organización, actividad o territorio, establecidas por el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol). Estos alcances permiten medir de manera integral el impacto climático, que son:

- **Alcance 1:** emisiones directas, son las emitidas directamente por las actividades. Asociadas al sector de consumos de combustibles petrolíferos y consumos en transportes.
- **Alcance 2:** emisiones indirectas por el consumo de energía. Asociadas al sector de consumo de energía eléctrica.
- **Alcance 3:** otras emisiones indirectas, son las emitidas por la atribución de consumo de productos, bienes y materiales es su proceso de fabricación. Asociadas a consumo de recursos por industrias, la agricultura y ganadería, la gestión y tratamiento de residuos.

Se combinarán dos herramientas: FEMP como principal por su metodología de cálculo y MITECO como secundaria para la actualización de parámetros, que nos mostrarán una HdC per cápita por comarca y el total emisiones en toneladas de CO₂-eq que incluye los tres alcances y aporta más información sobre las emisiones del territorio de estudio, que las calculadoras estandarizadas existentes, que solamente incluye el Alcance 1+2.

Herramienta Principal: *Herramienta de Cálculo para Sistemas de Indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático* (FEMP, 2009), creada para el cálculo de las emisiones de GEI en el municipio, con una metodología que facilita la adquisición de los datos. Con adaptaciones locales a las fuentes disponibles y estructurada en 6 apartados, nos centramos en el A2. *Contribución Local al Cambio Climático Global*, que es un indicador común europeo y base para la realización del inventario de HdC, cuyo cálculo permite obtener una aproximación cuantitativa del volumen total de GEI que se emiten a la atmósfera anualmente. Los límites de recopilación son:

- En energía eléctrica, los datos corresponden al consumo por habitante extraído del consumo provincial de energía eléctrica del Instituto de Estadística de Castilla-La Mancha.
- En energía de combustibles, los datos se corresponden al consumo por habitante extraído del consumo de combustibles petrolíferos (Gasolina 95 I.O., Gasolina 98 I.O., Gasóleo A, B y C) de la provincia del Instituto de Estadística de Castilla-La Mancha.
- En transportes los datos del parque municipal de vehículos procedentes del Instituto de Estadística de Castilla-La Mancha, se separan según categoría de vehículos según clasificación de los vehículos según Directivas 2002/24/CE, 2003/37/CE, y 2007/46/CE, así como por el Real Decreto 750/2010 (Unión Europea, 2002, 2003, 2007; Gobierno de España, 2010) y se obtiene el consumo medio por categorías de vehículos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE, 2023), se obtiene el factor de emisión por categorías (kg CO₂/l) de la base de datos de la Calculadora de HdC de alcance 1 + 2 del MITECO. La distancia recorrida, se extrae del número de desplazamientos y distancia de desplazamientos del estudio “Calculo de los Indicadores 10, 19 y 20 de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de CLM” (Diputación Provincial de Albacete, 2010).
- En Agricultura, los datos proceden de la Delegación de la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (JCCM) y del Instituto de Estadística de Castilla-La Mancha, en relación con el censo ganadero y la superficie agrícola útil.
- En Residuos, los datos proceden del Consorcio de Medio Ambiente de la Diputación Provincial de Albacete y Consejería de Desarrollo Sostenible de JCCM, vinculados a residuos sólidos urbanos, peligrosos y reciclaje.
- En Industria, datos del registro de emisiones y fuente contaminantes (PRTR) de la Agencia Regional de Protección del Medio Ambiente de la JCCM y MITECO.

Herramienta Secundaria: *Calculadora de HdC de alcance 1 + 2* (MITECO, 2022), como herramienta de apoyo para actualizar los factores emisivos anualmente de su apartado específico. Nace derivada del Real Decreto 163/2014 para poder llevar a cabo el registro de las HdC de organizaciones.

Para el estudio de los sumideros o la superficie comarcal que tiene capacidad de absorción de dióxido de carbono, se utilizará la combinación de la información desarrollada y las metodologías de dos herramientas:

- a. *Herramienta de cálculo para el Sistema de Indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático* (FEMP, 2009). En el apartado A2. *Contribución local al cambio climático global* incluye el estudio de los sumideros, donde atribuye una captación media de carbono a diversas especies (sobre todo agrícolas) desde el mismo momento en que son plantados.
- b. *Calculadora de Absorciones Ex Ante de Dióxido de Carbono de las Especies Forestales Arbóreas Españolas* (MITECO 2022), en el apartado de Factores de Absorción, se extrae la absorción de CO₂ asociada a la biomasa arbórea según especies forestales.

Los límites de recopilación son:

- Cómputo de arbolado del territorio que se definirá por especies agroforestales y que pertenecen al territorio bajo una clasificación del Departamento de Producción Vegetal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes y Biotecnología (ETSIAMB), con un valor de absorción en toneladas de CO₂ por hectárea anuales.
- Información del centro cartográfico de CLM, visores temáticos para la determinación de las diferentes capas o especies agroforestales representadas en la Web Mapping Application: Sistema de Información de Ocupación del Suelo a escala 1:25000 (SIOSE, 2015) o SIOSE 2018 AR, las capas de estudio (211-Arroz, 212/210-Cultivos herbáceos, 222-Frutales Cítricos, 223-Frutales No Cítricos, 231-Viñedo, 232-Olivar, 241-Otros Leñosos u Otros Cultivos permanentes, 251-Viñedo-Olivar, 252-Viñero-Frutal, 253-Fruto Seco-Viñedo, 255-Fruto Seco-Olivar, 256-Olivar-Frutal, 290-Prados, 300-Pastizal, 312-Frondosas Caducifolias, 313-Frondosas Perennifolias, 316-Coníferas y 320-Matorral, 224-Frutos Secos, 232-Olivar), tanto para la superficie como para la absorción de los sumideros.
- En el estudio de los sumideros por comarca y su absorción media por hectárea, concluimos que los plazos de publicación de datos oficiales de información llevan a saltos cuantitativos y cualitativos de los resultados. Las variaciones que muestra este estudio en

los datos comarcales del secuestro de carbono por hectáreas son el reflejo de las transformaciones del suelo agrícola (por especies arbóreas como frutal seco y olivo en expansión) además de las variaciones sufridas en la superficie agroforestal debido a diversos incendios; que cada vez son más recurrente y de mayor severidad. A pesar de ello, los resultados son óptimos, ya que todas las comarcas disponen de grandes superficies captadoras de carbono, independientemente de su categoría (forestal o agrícola).







- La superficie consumida por el fuego en los incendios no es tenida en cuenta, fuente de incendios JCCM. Las tierras forestales quemadas tienen una capacidad reducida para capturar carbono en el corto plazo y no deben contabilizarse como sumideros hasta que el proceso de regeneración forestal esté lo suficientemente avanzado para garantizar una captura neta de CO₂ (FAO, 2020). Según el IPCC (2019), cuando los ecosistemas forestales son perturbados, como en el caso de incendios, su capacidad para actuar como sumideros de carbono se reduce significativamente hasta que la regeneración del bosque permite la reabsorción del carbono emitido.
- Información del Indicador 15. Superficie Ambiental del panel de Indicadores de Sostenibilidad Local (ISL) de la provincia de Albacete del Observatorio Provincial de Sostenibilidad de Albacete (OPSA).

En periodo temporal seleccionado del 2012 al 2021, se mostrarán los resultados de forma trianual para los años 2012, 2015, 2018 y 2021 para todos los parámetros del cálculo de la HdC, los sumideros y el balance de carbono de las siete comarcas agrarias.

3. RESULTADOS







Se exponen las emisiones de GEI de seis sectores (Alcance 1: combustibles y transportes; Alcance 2: energía eléctrica; Alcance 3: industria, agricultura y residuos), para las 7 comarcas. En la tabla 1, se observan las emisiones totales de GEI por comarca y su reparto porcentual por sectores emisivos al 2012. La comarca de Almansa, Centro y Hellín tienen los mayores porcentajes de emisiones totales vinculadas al Alcance 1+2, un 87 %. En contraposición la comarca de la Sierra de Alcaraz tiene el menor porcentaje de emisiones totales vinculadas al Alcance 1+2, un 67 %. Si analizamos las emisiones de GEI por habitante, las mayores emisiones por habitante vinculadas al Alcance 3 pertenecen a la comarca de Sierra de Alcaraz y las menores a la comarca Centro.

Tabla 1. Porcentajes de emisiones totales por sectores de GEI de las comarcas al 2012.

Comarcas							Total emisiones de GEI
	Energía	Combustible	Transporte	Industria	Agricultura	Residuos	t CO ₂ eq
01.Mancha	23%	23%	26%	12%	14%	2%	631.201,63
02.Manchuela	25%	26%	31%	0%	16%	2%	256.721,81
03.Sierra de Alcaraz	20%	21%	26%	0%	31%	2%	115.653,55
04.Centro	30%	30%	27%	3%	8%	2%	1.489.805,31
05.Almansa	29%	30%	28%	3%	9%	2%	344.985,75
06.Sierra del Segura	22%	23%	28%	6%	17%	4%	155.267,58
07. Hellín	28%	29%	30%	1%	10%	2%	347.595,36
Año de estudio el 2012							

En la tabla 2, se observan las emisiones totales de GEI por comarca y su reparto porcentual por sectores emisivos al 2015. La comarca Centro y Hellín tiene el mayor porcentaje de emisiones totales vinculadas al Alcance 1+2, un 86 % y la comarca de Almansa tiene el menor porcentaje de emisiones totales vinculadas al Alcance 1+2, un 65 % . Si analizamos las emisiones de GEI por habitante, las mayores emisiones por habitante vinculadas al Alcance 3, pertenecen a la comarca de Sierra de Alcaraz y las menores a la comarca de Centro.







Tabla 2. Porcentajes de emisiones totales por sectores de GEI de las comarcas al 2015.

Comarca							Total emisiones de GEI
	Energía	Combustible	Transporte	Industria	Agricultura	Residuos	t CO ₂ eq
01.Mancha	18%	21%	32%	13%	13%	3%	683.461,56
02.Manchuela	21%	26%	33%	1%	16%	3%	254.262,64
03.Sierra de Alcaraz	17%	21%	28%	0%	31%	3%	113.533,74
04.Centro	26%	31%	29%	1%	8%	4%	1.486.067,69
05.Almansa	18%	22%	25%	27%	6%	3%	473.384,65
06.Sierra del Segura	20%	24%	29%	6%	18%	3%	140.800,75
07. Hellín	24%	29%	33%	0%	10%	4%	352.335,68
Año de estudio el 2015							

En la tabla 3, se observan las emisiones totales de GEI por comarca y su reparto porcentual por sectores emisivos estudiados al 2018. La comarca Centro y Hellín tiene el mayor porcentaje de emisiones totales vinculadas al Alcance 1+2, un 86 % y la comarca de Almansa y Sierra de Alcaraz tiene el







menor porcentaje de emisiones totales vinculadas al Alcance 1+2, un 62 %. Si analizamos las emisiones de GEI por habitante, las mayores emisiones por habitante vinculadas al Alcance 3, pertenecen a la comarca de Sierra de Alcaraz y las menores emisiones provienen de la comarca Centro.

Tabla 3. Porcentajes de emisiones totales por sectores de GEI de las comarcas al 2018.

Comarca							Total emisiones de GEI t CO ₂ eq
	Energía	Combustible	Transporte	Industria	Agricultura	Residuos	
01.Mancha	18%	24%	25%	13%	17%	3%	669.690,71
02.Manchuela	19%	24%	27%	1%	27%	3%	291.116,82
03.Sierra de Alcaraz	17%	21%	25%	0%	34%	3%	111.962,41
04.Centro	26%	34%	26%	2%	8%	4%	1.521.499,32
05.Almansa	17%	22%	22%	30%	6%	2%	497.139,95
06.Sierra del Segura	19%	24%	26%	9%	19%	3%	142.723,54
07. Hellín	24%	32%	30%	1%	10%	4%	348.676,65
Año de estudio el 2018							

En la tabla 4, podemos observar las emisiones totales de GEI por comarca y su reparto porcentual por sectores emisivos al 2021. La comarca Centro tiene el mayor porcentaje de emisiones totales vinculadas al Alcance 1+2, un 84 % y la comarca de Almansa tiene el menor porcentaje de emisiones totales vinculadas al Alcance 1+2, un 55 % . Si analizamos las emisiones de GEI por habitante, se observa que las mayores emisiones por habitante vinculadas al Alcance 3, corresponden a la comarca de la Manchuela y las menores emisiones provienen de la comarca de Centro.

Tabla 4. Porcentajes de emisiones totales por sectores de GEI de las comarcas al 2021.

Comarca							Total emisiones de GEI t CO ₂ eq
	Energía	Combustible	Transporte	Industria	Agricultura	Residuos	
Mancha	13%	25%	36%	3%	22%	1,0%	578.203
Manchuela	11%	21%	30%	2%	35%	0,8%	300.780
Sierra de Alcaraz	11%	20%	31%	0%	37%	0,9%	105.945
Centro	18%	33%	32%	4%	12%	1,2%	1.418.093
Almansa	11%	20%	25%	37%	7%	0,7%	513.846
Sierra del Segura	11%	21%	30%	9%	27%	0,8%	145.717
Hellín	15%	27%	33%	1%	24%	0,9%	374.699

En la figura 2, se muestran las emisiones totales por comarca, donde la comarca con mayores variaciones en el periodo 2012-2021 es Almansa, cuyas emisiones han ido en aumento, un 49 % en 2021 respecto al 2012. Se han reducido las emisiones a lo largo del periodo 2012-2021 en la comarca Centro, que mitigó sus emisiones en un 5 %; en la Sierra de Segura que se redujeron sus emisiones en un 6 % y en la comarca Sierra de Alcaraz, que mitigó sus emisiones en un 8 %, todas en el año 2021 respecto al 2012.

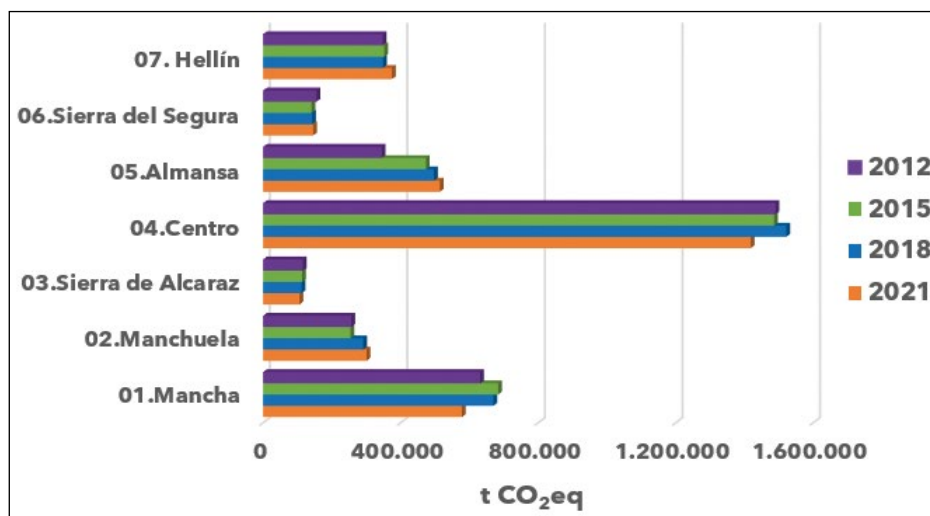


Figura 2. Emisiones totales por comarcas de la provincia en los años de estudio.

En la figura 3, la HdC por habitante de las comarcas muestran una mayor información al incluir los tres alcances, junto con la HdC provincial como referencia. La comarca de Almansa ha ido incrementando su HdC por habitante gradualmente, superando los valores provinciales desde 2015. La HdC por habitante de la comarca Mancha ha ido fluctuando a lo largo de los años situándose por debajo del valor de la HdC provincial en 2021. Las comarcas de Manchuela, Sierra de Alcaraz y Sierra de Segura han mantenido una HdC por habitante superiores a los valores provinciales entre 2012-2021. Las comarcas Centro y Hellín se mantiene del 2012 al 2021 con valores inferiores a la HdC per cápita de la provincia.

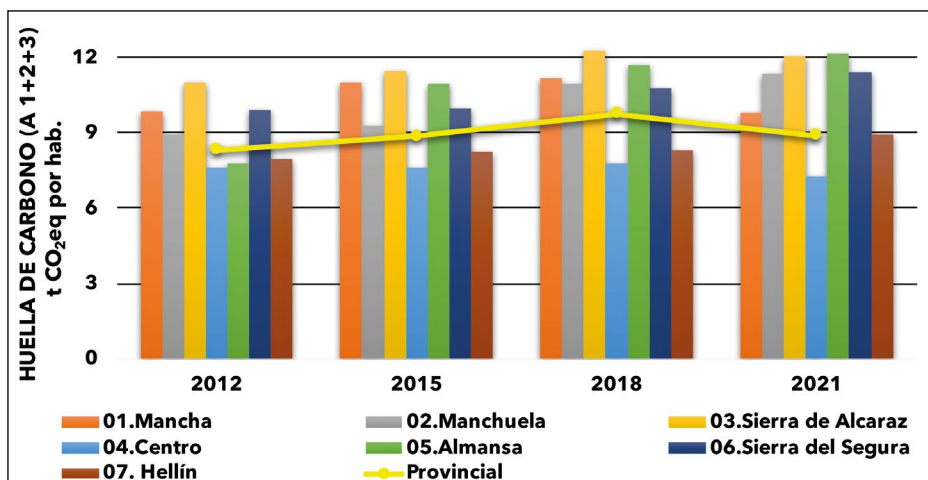


Figura 3. HdC (Alcance 1+2+3) de las 7 comarcas en 2012, 2015, 2018 y 2021.

Si analizamos los resultados del estudio de los sumideros de carbono para las 7 comarcas de la provincia de Albacete, por años (2012, 2015, 2018 y 2021) dentro del periodo 2012-2021 en la tabla 5. Las variaciones producidas en las emisiones absorbidas entre 2015-2018, vienen marcadas principalmente por una reducción de la superficie agroforestal considerada sumidero, sobre todo referente a la superficie de matorral y de prados según las fuentes SIOSE 2015 y SIOSE 2018 AR; entre el periodo 2018-2021 las variaciones se producen principalmente por la actualización de los parámetros de absorción media anual por especie, especialmente las relacionadas con árboles frutales, frutales no cítricos y frutos secos, según la calculadora del MITECO.

Tabla 5. Absorción total y por hectárea de las 7 comarcas al 2012, 2015, 2018 y 2021.

Comarca	Emisiones retenidas (t CO ₂ eq)	Absorción media de la superficie total (t CO ₂ /ha)	Emisiones retenidas (t CO ₂ eq)	Absorción media de la superficie total (t CO ₂ /ha)	Emisiones retenidas (t CO ₂ eq)	Absorción media de la superficie total (t CO ₂ /ha)	Emisiones retenidas (t CO ₂ eq)	Absorción media de la superficie total (t CO ₂ /ha)
01.Mancha	1.095.508	3,71	1.292.435	4,38	701.561	2,38	590.366	2,00
02.Manchuela	687.412	4,22	881.276	5,41	562.153	3,45	365.810	2,25
03.Sierra de Alcaraz	1.173.692	6,40	1.238.605	6,75	652.171	3,50	397.831	2,13
04.Centro	1.327.889	3,75	1.610.252	4,55	1.010.337	2,88	797.972	2,27
05.Almansa	581.935	4,52	680.111	5,28	376.545	2,92	254.619	1,98
06.Sierra del Segura	1.549.669	7,14	1.856.382	8,55	1.006.756	4,64	481.311	2,22
07. Hellín	862.424	5,74	14.420.593	7,55	586.664	3,90	359.961	2,40
	Año de estudio el 2012		Año de estudio el 2015		Año de estudio el 2018		Año de estudio el 2021	

Las emisiones retenidas para el año 2012, muestran que las comarcas de Sierra de Segura y de Alcaraz tienen la mayor absorción 7,1 y 6,4 toneladas de CO₂ por hectárea cada una, ya que disponen del 91 % y 97 % respectivamente, de superficie que es considerada de captura de CO₂ o sumidero de carbono. La comarca Mancha es la que tiene una menor absorción, tan solo 3,7 toneladas de CO₂ por hectárea, a pesar de disponer de cerca del 92 % de su superficie captadora de CO₂.

Las emisiones retenidas al 2015 muestran que la comarca de Sierra de Segura y Hellín tiene la mayor absorción, unas 8,5 y 7,5 toneladas de CO₂ por hectárea, respectivamente. La comarca Mancha es la que tiene una menor absorción, con tan solo 4,4 t CO₂ por hectárea, a pesar de tener cerca del 97 % de su superficie considerada como sumidero de carbono.

Las emisiones retenidas al 2018 muestran leves variaciones en los resultados de las comarcas, manteniendo a la comarca de Sierra de Segura y Hellín con la mayor absorción, unas 4,6 y 3,9 toneladas de CO₂ por hectárea, respectivamente. Y la comarca Mancha sigue siendo la de menor absorción, con tan solo 2,4 toneladas de CO₂ por hectárea.

Las emisiones retenidas al 2021 muestran leves variaciones en los resultados, la comarca de Hellín y Sierra de Segura tienen la mayor absorción, unas 2,4 y 2,3 toneladas de CO₂ por hectárea. Y la comarca Mancha y Almansa con la menor absorción, tan solo 2 t CO₂ /ha., a pesar, de que el 70 % y 74 % de su superficie es considerada como sumidero de carbono.

Teniendo en cuenta la figura 3 de HdC (Alcance 1+2+3) de las 7 comarcas en 2012, 2015, 2018 y 2021; y la figura 4 de Balance de carbono por habitante de las 7 comarcas en 2012, 2015, 2018 y 2021, se observa que, en el 2012, el saldo del balance de carbono para todas las comarcas (excepto comarca Centro) tiene un valor negativo, su superficie fija más CO₂ del que emite con sus actividades de forma anual. Las comarcas de Sierra de Alcaraz y Sierra de Segura tienen los valores más altos de absorción de GEI, a pesar de tener las huellas de carbono más elevadas. A nivel provincial el saldo es de -9,8 toneladas de CO₂ por habitante, ya que los sumideros totales retienen más emisiones de GEI que las que generan las actividades a nivel provincial.

En el 2015, se observa en la figura 3 y 4, que el saldo del balance de carbono para todas las comarcas tiene un valor negativo, su superficie fija más CO₂ del que emite con sus actividades de forma anual. Hay un aumento generalizado de los valores de huella y balance de carbono en todas las comarcas, destacan las comarcas de Sierra de Segura y Sierra de Alcaraz tienen los valores más altos en captura de GEI, pero esta última tiene la huella más elevada de CO₂ por habitante.

En el 2018, se observa en la figura 3 y 4, que el saldo del balance de carbono para todas las comarcas (excepto Centro y Almansa) tienen un valor negativo, su superficie fija más CO₂ del que emite con sus actividades de forma anual. Hay un aumento generalizado de los valores de huella y una

reducción significativa en el balance de carbono de todas las comarcas, destacando Sierra de Segura y Sierra de Alcaraz que tienen los valores más altos en captura de GEI, en contraposición, la comarca Centro y la comarca Almansa que emiten más GEI que pueden capturar sus sumideros. A nivel provincial el balance de carbono tiene un saldo de -2,8 toneladas de CO₂ por habitante ya que los sumideros totales retienen más emisiones de GEI que las que genera las actividades a nivel provincial.

En el 2021, se observa en la figura 3 y 4, que el saldo del balance de carbono se ha reducido de forma generalizada y a nivel provincial el saldo es de 0,5 toneladas de CO₂ por habitante, ya que sus actividades generan más emisiones de GEI anuales de las que sus sumideros pueden fijar a nivel provincial. Por comarcas, destacamos Sierra de Segura y Sierra de Alcaraz tienen los saldos negativos como territorios más capturadores que emisores de GEI, mientras que Almansa y Centro tienen los saldos positivos como territorios más emisores que capturadores de GEI.

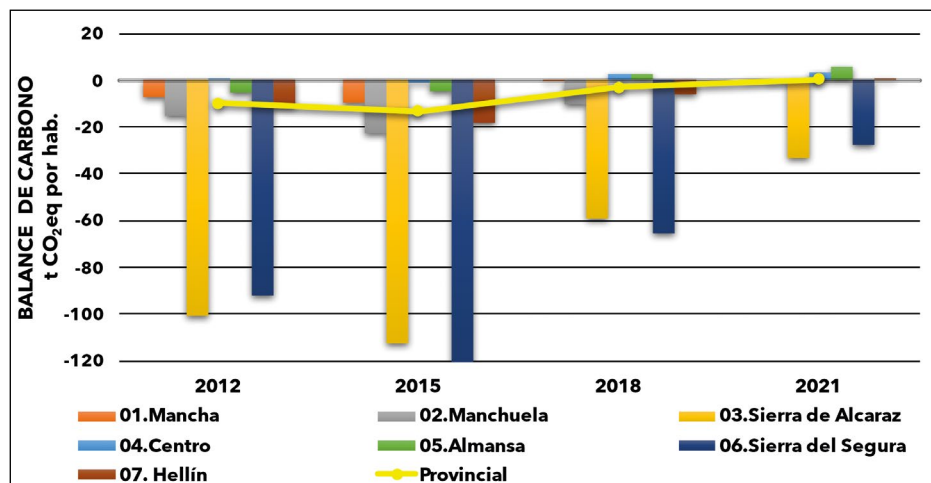


Figura 4. Balance de carbono por habitante de las 7 comarcas en 2012, 2015, 2018 y 2021.

En la figura 4, se presentan el balance de carbono de las 7 comarcas, junto con el balance de carbono provincial (calculado bajo la misma metodología para su comparabilidad). Durante el 2012, 2015 y 2018 las comarcas de Mancha, Centro y Almansa se mantienen por debajo del valor provincial en relación con el balance de carbono. En todo el periodo 2012-2021 destacan las comarcas Sierra de Segura y Sierra de Alcaraz que han mantenido un balance de carbono por habitante muy superior a los valores provinciales, como los territorios de mayor fijación de GEI. Los resultados globales del balance de carbono son negativos ya que pueden fijar más emisiones por habitante de las que son capaces de producir con sus actividades directas e indirectas las comarcas. Seis comarcas tienen unos valores medios nega-

tivos entre 2012-2021, fijan más que emiten y la comarca Centro tiene unos valores medios positivos en el periodo de 2012 a 2021, emitiendo más GEI de los que puede capturar.

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

El estudio del balance de carbono en las siete comarcas agrarias de la provincia de Albacete revela importantes diferencias en las emisiones de GEI y la capacidad de absorción de carbono de cada una. A nivel provincial, se observa una tendencia positiva en términos de mitigación del cambio climático, con seis de las siete comarcas logrando un balance de carbono negativo en los años del período estudiado (2012-2021). Esto indica que absorben más carbono del que emiten, contribuyendo favorablemente a los objetivos climáticos tanto a nivel regional como nacional. La gestión sostenible del territorio es un aspecto crucial que debe abordarse, especialmente ante las variaciones de la superficie forestal, cambios de usos del suelo y las transformaciones de tierras agrícolas, que pueden amenazar a la capacidad de las comarcas para funcionar como sumideros de carbono.

Existen disparidades notables entre comarcas, las comarcas de Sierra de Segura y Sierra de Alcaraz destacan por su alta capacidad de fijación de carbono, gracias a su superficie agroforestal y menores emisiones vinculadas a la actividad socioeconómica comparada con otras comarcas. Por otro lado, las comarcas más pobladas como Centro, Almansa y Hellín presentan mayores niveles de emisiones, principalmente derivadas de actividades industriales, del sector energético y del transporte.

El análisis de las emisiones vinculadas a los tres alcances del Protocolo de GEI o GHG Protocol, muestra que las comarcas con mayor actividad en el sector industrial y sector primario generan una mayor huella de carbono per cápita, lo que plantea la necesidad de adoptar estrategias de gestión sostenible que prioricen la restauración y conservación de los ecosistemas. La huella de carbono per cápita ha aumentado en cinco comarcas durante el periodo 2012-2021, particularmente en Almansa, que mostró un incremento significativo de sus emisiones y la comarca con mayor huella de carbono a nivel provincial en 2021.

A nivel provincial, el balance de carbono experimentó una evolución negativa hacia el año 2021, con un saldo de 0,5 toneladas de CO₂ por habitante, lo que refleja que las emisiones superaron la capacidad de absorción de los sumideros de carbono provinciales. Los resultados ponen de manifiesto la importancia de una gestión territorial diferenciada y enfocada en fortalecer las capacidades de los sumideros de carbono, especialmente en zonas rurales con gran potencial de absorción y en zonas vulnerables a la desertificación o degradación del suelo. Así como la necesidad de políticas de reduc-

ción de emisiones en las áreas más urbanizadas con la implementación de estrategias más robustas para la reducción de emisiones en sectores clave, como el transporte, primario e industria. La clave para un futuro sostenible reside en la combinación de políticas de conservación, gestión territorial e impulsar acciones para la reducción de emisiones a nivel local, alineadas con las metas nacionales y europeas de neutralidad climática para 2050.

Las calculadoras o herramientas estandarizadas, comparables y de acceso público, en líneas generales tienen en cuenta los Alcances 1 y 2 (herramienta del MITECO), cuyos resultados de huella y balance de carbono de las 7 comarcas incluyendo solamente los Alcances 1+2 son más estables e inferiores y con menores variaciones per cápita entre periodos de estudio, ya que dejarían fuera las emisiones vinculadas a las actividades económicas de cada territorio que se incluye en el Alcance 3. La combinación de herramientas de cálculo utilizadas en este estudio proporciona una visión detallada de las interacciones entre emisiones y sumideros de carbono a nivel comarcial, ofreciendo más información de múltiples sectores claves para el territorio, generando datos cruciales para la planificación sostenible y la toma de decisiones orientadas a mitigar el cambio climático en la provincia de Albacete.

AGRADECIMIENTOS

Al personal investigador del Observatorio Provincial de Sostenibilidad de Albacete, por los aportes, apoyos e información facilitada, al igual que al personal de todas las fuentes de información consultadas, locales y regionales (ayuntamientos y JCCM).

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2023). *Base de datos de la AEMA sobre políticas y medidas nacionales integradas en materia de clima y energía en Europa*. <https://pam.apps.eea.europa.eu>
- Agencia Regional de Protección del Medio Ambiente. (2023). *Registro de emisiones y fuentes contaminantes (PRTR)*. <https://prtr-es.es/>
- Álvarez Peláez, S. (2010). *Huella de Carbono Municipal*. Ponencia de Congreso Nacional de Medio Ambiente.
- Boletín Oficial del Estado. (2021). “*Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*”. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447
- Canadell J. y Carlson D. (2017). “*El balance anual global del carbono*” Vol. 66 (1) – 2017. Clima. Organización Mundial Meteorológica.

- Cobo, C. A. R., Castro, E. J. J., & Zamudio, C. A. (2020). *Análisis y comparación de las metodologías de cálculo de GEI en el contexto urbano*. La Técnica: Revista de las Agrociencias. ISSN 2477-8982, (23), 45-54.
- Comisión Europea (2019) “Pacto Verde Europeo”. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es
- Diputación Provincial de Albacete. (2010). *Cálculo de los indicadores 10, 19 y 20 de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de CLM*. Observatorio Provincial de Sostenibilidad de Albacete.
- Estatuto de Autonomía de Castilla-La Mancha. (1982). *Título III: Organización territorial de la Región*. Ley Orgánica 9/1982, 10 de agosto. B.O.E., núm. 195, de 16 de agosto de 1982, pp. 21627-21632
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2020) “*The Global Forest Resources Assessment*”. Informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP, 2009). “*Herramienta de cálculo para el Sistema de Indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático*”. Red Española de Ciudades por el Clima y Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino.
- Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP, 2009). “*Metodología para el Cálculo del Sistema de Indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático*”. Ed. FEMP, 2009.
- Gobierno de España. (2010). Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, sobre homologación de vehículos de motor, remolques y semirremolques. B.O.E, núm. 159, 1 de julio de 2010, pp. 58486-58559.
- Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., *et al.* (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(44), 11645-11650.
- Instituto de Estadística de Castilla-La Mancha. (2024). *Energía eléctrica. Combustibles petrolíferos Censo Ganadero. Superficie Agrícola*. <https://estadistica.castillalamancha.es/>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2023). *Guía de consumos y emisiones por año*. <https://www.idae.es>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2019) Informe Especial sobre el Cambio Climático y la Tierra (2019), Informes del IPCC.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., ... & Zhou, B. (2021). Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, 2(1), 2391.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, MAPAMA (2011). “*Tomo 4. Provincia de Albacete. Caracterización de las comarcas agrarias de España*”. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ministerio/servicios/publicaciones/TOMO%204%20Albacete%20primeras%20p%C3%A1ginas_tcm30-101352.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, MAPAMA (2022). “*Censo Agrario 2020*”. INE. <https://www.ine.es/daco/daco42/agricultura/CA20Municipiosycomarcas.xlsx>

- Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico (2020). “Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050”. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/planes-y-estrategias/ELP_2050.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico (2021). “Estrategia de Transición Justa”. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ministerio/planes-estrategias/transicion-justa/Estrategia_Transicion_Justa_Def.PDF
- Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico (2021). “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030”. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico (2021). “Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030”. <https://www.boe.es/boe/dias/2021/03/31/pdfs/BOE-A-2021-5106.pdf>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2022). *Calculadora de Absorciones Ex Ante de Dióxido de Carbono de las Especies Forestales Arbóreas Españolas*. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.html>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2022). *Calculadora de huella de carbono de alcance 1 + 2*. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.html>
- Pérez-Bustos, G. M. (2016). “Aplicación y evaluación de indicadores de desarrollo sostenible en el territorio. Provincia de Albacete”. Cap II: Contribución al Cambio Climático (pp. 109-133) Eds. Académica Española.
- Puppim de Oliveira, J. A., Balaban, O., Doll, C. N. H., et al. (2013). Cities and climate change: Responding to an urgent agenda. *Journal of Cleaner Production*, 58, 1-11.
- Sala, Á. G., Hitos, V. M., Collado, F. M., & Manzano, J. V. (2010). Estudio de herramientas adecuadas para medir las emisiones de GEI municipales. Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid.
- Sistema de Información de Ocupación del Suelo (SIOSE, 2015 y 2018). *Usos de suelo*. Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España. <https://www.siose.es/usos-de-suelo>
- Sustainable Development Solutions Network (SDSN) y Fondazione Eni Enrico Mattei (SDSN y FEEM, 2019). “Hoja de Ruta hacia 2050: una guía práctica para una Europa próspera baja en carbono”. <https://roadmap2050.report/static/files/roadmap-to-2050.pdf>
- UNFCCC. (1997). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change- <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/cop3/107a01.pdf#page=24>
- UNFCCC. (2015). *Paris Agreement*. United Nations Framework Convention on Climate Change.

- Unión Europea. (2002). Directiva 2002/24/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 18 marzo de 2002, relativa a la homologación de vehículos de motor de dos o tres ruedas. Diario Oficial UE, L 124, 9 de mayo de 2002, pp. 1-44.
- Unión Europea. (2003). Directiva 2003/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 26 mayo de 2003, relativa a la homologación de tractores agrícolas o forestales. Diario Oficial UE, L 171, 9 de julio de 2003, pp. 1-94.
- Unión Europea. (2007). Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 septiembre de 2007, se establece un marco para la homologación de los vehículos de motor y sus remolques. Diario Oficial UE, L 263, 9 de octubre de 2007, pp. 1-160.

NOTAS BREVES

EL FILTRO VERDE DE LA GINETA (ALBACETE): ÁREA DE PASO, CRÍA E INVERNADA PARA AVES LIMÍCOLAS (ORDEN: CHARADRIIFORMES)

LA GINETA (ALBACETE) GREEN FILTER: MIGRATION,
BREEDING AND WINTERING AREA FOR SHOREBIRDS
(ORDER: CHARADRIIFORMES)

Noé CUESTA ORTIZ¹

Recibido: 26 de marzo de 2024

Aprobado: 25 de septiembre de 2024

Cómo citar este artículo:

Cuesta Ortiz, N. (2024). El filtro verde de La Gineta (Albacete): área de paso, cría e invernada para aves limícolas (Orden: Charadriiformes) *Sabuco*, 18: 137-146. http://doi.org/10.37927/sabuco.18_7

RESUMEN

Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) por filtro verde pueden funcionar como reservorios de biodiversidad. La materia orgánica acumulada junto a la permanencia y poca profundidad del agua proporcionan áreas de paso, cría e invernada para las aves limícolas (Orden Charadriiformes). En esta nota se recogen 264 citas durante el periodo 2016-2022 en la EDAR de La Gineta (Albacete). Se registraron un total de 18 especies (13 migradores estrictos), con máximos de riqueza durante los pasos prenupcial (abril) y postnupcial (septiembre). También se confirmó la cría de cigüeñuela común y chorlitejo chico, además de la invernada regular de agachadiza común.

Palabras clave: aves limícolas, EDAR La Gineta, filtro verde.

ABSTRACT

Green filter treatment plants can function as reservoirs of biodiversity. The accumulated organic matter together with the permanence and shallow depth of the water provide migration, breeding and wintering areas for shorebirds (Order Charadriiformes). In this note, 264 records are collected during the period 2016-2022 at the treatment plant of La Gineta (Albacete). A total of 18 species (13 strict migrants) were recorded, with maximum rich-

1 Contacto: noe_albacete@hotmail.es

ness during the prenuptial (april) and postnuptial (september) migration. The breeding of black-winged stilt and little ringed plover was also confirmed, as well as the regular wintering of common snipe.

Key words: shorebirds, treatment plant La Gineta, green filter.

Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) mediante filtros verdes son, en municipios pequeños, una opción sostenible y ecológica para sanear de manera natural los desechos antrópicos (La Iglesia, 2016). La acción combinada de suelo, microorganismos y vegetación provoca la depuración de las aguas física, química y biológicamente (Vega, 2002; Álvarez y Jiménez, 2004; La Iglesia, 2016). Además, induce a la formación de humedales artificiales con hábitats específicos y ricos en materia orgánica que sirven de atractivo a una serie de grupos faunísticos, especialmente las aves (Svensson *et al.*, 2010). Son varios los casos donde estos humedales han servido de refugio a especies escasas y amenazadas de avifauna en algunas regiones ibéricas, con un papel importante en la conservación de la biodiversidad (Ballesteros, 2012; Giménez *et al.*, 2020). En ocasiones, la formación de una lámina de agua poco profunda -donde se filtran las aguas residuales- plantea un escenario idóneo para las aves limícolas, que utilizan estos ambientes como áreas de alimentación, descanso, cría o refugio (Barbosa, 1997).

Este grupo de aves se engloba dentro del orden Charadriiformes, que comprenden unas 386 especies agrupadas en 19 familias, con distribución cosmopolita en gran variedad de hábitats y especializaciones tróficas (Billerman *et al.*, 2020).

En el territorio ibérico, algunas de las especies de limícolas se encuentran amenazadas (López-Jiménez, 2021), por lo que resulta imprescindible conocer con exactitud los lugares de parada, cría o refugio y llevar a cabo medidas para conservarlas.

Por otra parte, la bibliografía existente a nivel provincial se centra en otros grupos de aves acuáticas, especialmente las amenazadas y en otro tipo de humedales (Picazo, 2011; Picazo *et al.*, 2013; Picazo, 2014; Picazo, 2015; Picazo, 2023), a pesar de existir censos generalistas de aves acuáticas con datos actualizados provenientes del censo invernal de aves acuáticas realizado por la Sociedad Albacetense de Ornitología (datos inéditos, consulta en <https://anuario.albacete.org>). También hay trabajos generalistas con acuáticas publicados, aunque desactualizados (Campos *et al.*, 2001; López-Donate *et al.*, 2004; Velasco, 2004; Palomino y Molina, 2009).

La depuradora de La Roda (Albacete) ofrece un caso similar al reportado en esta nota, con una comunidad de aves acuáticas bien estudiada reflejada en bases de datos online (consulta en <https://anuario.albacete.org>) y un sis-

tema de depuración por filtro verde, aunque con trabajo de campo todavía sin analizar y datos inéditos (com. pers.).

Por ello, todavía no existen trabajos que analicen los filtros verdes como espacios de interés para las aves limícolas. Por tanto, esta nota pretende recopilar y aportar información sobre el uso de una de las depuradoras por filtro verde en La Gineta (Albacete) por parte de las aves limícolas, tanto en paso migratorio, como en invernada y reproducción. Así, se justificaría una necesidad de realizar una gestión, manejo y uso adecuados, además de mostrar el papel de estos humedales en Albacete y su importancia como reservorios de biodiversidad.

El área de estudio se ha definido en la EDAR por filtro verde de La Gineta, localizada a unos 250 metros al noreste del pueblo y a unos 13 kilómetros al noroeste de Albacete (Castilla-La Mancha). Está formada por seis lagunas de almacenaje con acceso privado y un filtro verde en la parte inferior hacia donde se vierten las aguas residuales para su depuración natural (figura 1). El filtro verde consta de unos 14,5 m² cuya superficie inundada varía en función del agua bombeada desde las lagunas superiores, época del año, precipitaciones, etc. Está compuesto por una plantación de chopo blanco (*Populus alba* Linnaeus, 1753) y una laguna rodeada en su extremo noreste y suroeste por vegetación palustre, entre la que destaca el carrizo (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., 1840).



Figura 1. Área de estudio en la EDAR por filtro verde de La Gineta (Albacete), ubicada en el extremo norte de la provincia de Albacete.

Para este trabajo se recopilaron datos de un periodo concreto (2016-2022), consistiendo en observaciones propias y herramientas digitales como el *anuario ornitológico online de la Sociedad Albacetense de Ornitología* (<https://anuario.albacete.org>), y *eBird España* (<https://ebird.org/home>). También se consultaron datos de anillamiento a través de la base de datos del Grupo Manchego de Anillamiento (GMA). En total, se analizaron 264 registros, únicamente aquellos referidos a aves limícolas (Orden Charadriiformes), que representaron el 25,9 % del total de contactos para ese periodo (1018).

En base al reparto de citas a lo largo del ciclo anual, se establecieron seis categorías fenológicas siguiendo los criterios de Svensson *et al.* (2010): *P* - De paso, habitual durante los pasos migratorios de primavera y otoño; *p* - De paso pero con cifras muy reducidas y quizás no todos los años; *E* - Estival, cría y es habitual en primavera y verano; *e* - Estival pero con efectivos muy escasos; *I* - invernante, es habitual en otoño e invierno; *i* - invernante pero con efectivos muy escasos (tabla 2). Para especies con más de un status asignado, se separaron por barras, estableciendo en primer lugar aquel que hubiese acumulado más citas y por tanto más representativo.

La riqueza de especies citadas fue de 18, con variaciones en función de la época del año. Según nuestros datos, el mayor número se alcanzó en los meses de abril (migración prenupcial) y septiembre (migración postnupcial), con 10 y 14 respectivamente (figura 2). Nótese también los meses de marzo y mayo (con 7 y 8 especies), evidenciando todavía el paso de migrantes. Algo parecido ocurrió durante el paso postnupcial, con 7 especies en el mes de agosto y 5 en octubre. Los meses con baja riqueza de limícolas (<4 especies) coinciden con las épocas de reproducción (junio y julio) e invernada (noviembre, diciembre, enero y febrero). Para la temporada reproductora, se confirmó la cría (observación de pollos y nidos ocupados) de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus* Linnaeus, 1758) (colonia establecida, aunque con variación interanual en el número de parejas reproductoras) y chorlitejo chico (*Charadrius dubius* Scopoli, 1786). En relación a la invernada, se constató la presencia regular de agachadiza común (*Gallinago gallinago* Linnaeus, 1758), cuyo tiempo de permanencia durante los meses de diciembre y enero se ha confirmado gracias al anillamiento y recaptura de los mismos ejemplares (Grupo Manchego de Anillamiento, datos inéditos).

EL FILTRO VERDE DE LA GINETA (ALBACETE): ÁREA DE PASO, CRÍA E INVERNADA
PARA AVES LIMÍCOLAS (ORDEN: CHARADRIIFORMES)

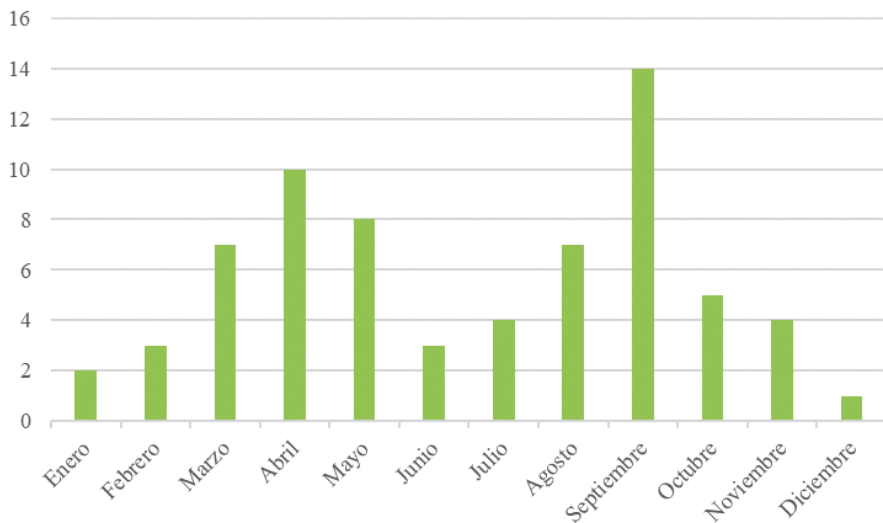


Figura 2. Riqueza de aves limícolas, representadas por meses en el periodo de 2016-2022.

Hubo 5 especies que superaron las 25 citas (tabla 1), por orden descendente: andarríos chico (*Actitis hypoleucos* Linnaeus, 1758), andarríos grande (*Tringa ochropus* Linnaeus, 1758), cigüeñuela común, agachadiza común y chorlito chico. El elevado número de citas de ambos andarríos se justifica por ser de los limícolas más abundantes durante los pasos migratorios en el ámbito provincial (Velasco, 2004) y por su alta plasticidad seleccionando hábitats en migración (Arcas, 2016). A su vez, cabe destacar las citas de archibebe común (*Tringa totanus* Linnaeus, 1758) (12), concentradas especialmente durante la migración prenupcial (6 citas en el mes de abril). El resto de registros se producen mayormente durante la migración postnupcial.

Tabla 1. Número de citas de aves limícolas, distribuidas por meses a lo largo del periodo de estudio (2016-2022).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Andarríos chico		1	1	9	10		2	8	18	6			55
Andarríos grande	2		7	5		1	1	2	16	8	2		44
Cigüeñuela común		2	5	7	7	4	2	6	6				39
Agachadiza común	4	4	6	3					9	6	3	2	37





	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Chorlitejo chico			3	5	1	3	1	3	10				26
Andarriós bastardo				4				5	5				14
Archibebe común			2	6	3				1				12
Combatiente			1	1	3				4	1			10
Archibebe claro				1	2				3	1			7
Correlimos de Temminck									3				3
Avoceta común					3								3
Correlimos zarapitín								1	2				3
Archibebe oscuro				1	2								3
Chorlitejo grande									3				3
Correlimos común									1	1			2
Correlimos menudo								1					1
Agachadiza chica											1		1
Chorlitejo patinegro									1				1

El resultado fue de 13 especies que se comportaron como estrictamente migradoras en el área de estudio, con registros de aves muy puntuales a nivel provincial como el correlimos de Temminck (*Calidris temmincki* Leisler, 1812) o el archibebe oscuro (*Tringa erythropus* Pallas, 1764). En el primer caso, únicamente cuenta con 25 citas homologadas en el anuario *online* de la SAO. De las restantes, 2 fueron parcialmente migradoras, 1 estival y 2 invernantes. En general, en todas las especies, exceptuando la agachadiza chica (*Lymnocryptes minimus* Brünnich, 1764), se contabilizaron ejemplares en migración.

Tabla 2. Status fenológico de las especies en base a lo reflejado en Svensson *et al.* (2010). P: De paso: habitual durante los pasos migratorios de primavera y otoño; p: De paso pero con cifras muy reducidas y quizás no todos los años; E: Estival: cría y es habitual en primavera y verano; e: Estival pero con efectivos muy escasos; I: invernante, es habitual en otoño e invierno; i: invernante pero con efectivos muy escasos.

Especie	Fenología	Especie	Fenología
Andarríos chico	P	Correlimos de Temminck	p
Andarríos grande	P / i	Avoceta común	p
Cigüeñuela común	E / P	Correlimos zarapitín	p
Agachadiza común	I / P	Archibebe oscuro	p
Chorlitejo chico	P / e	Chorlitejo grande	p
Andarríos bastardo	P	Correlimos común	p
Archibebe común	P	Correlimos menudo	p
Combatiente	p	Agachadiza chica	i
Archibebe claro	p	Chorlitejo patinegro	p

Como conclusión, resulta evidente la utilización de este filtro verde como zona de paso para las aves limícolas, ofreciendo también un hábitat de reproducción (cigüeñuela y chorlitejo chico) e invernada (agachadiza común) de gran valor. En Albacete, la escasez de masas de agua con requerimientos específicos para limícolas (permanentes, poco profundos y ricas en materia orgánica), evidencia que las EDAR con filtro verde pueden ser espacios importantes para este grupo faunístico. Aun así, se necesitan seguimientos y análisis en otras depuradoras de filtro verde a nivel provincial para tener una visión más global y poder proporcionar conclusiones sólidas. Por otra parte, se recomienda el establecimiento de estos sistema de depuración en municipios pequeños para promover la conservación de la biodiversidad junto al resto de ventajas que ofrece (menor contaminación, costes más bajos, etc.).

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a todos aquellos observadores que colgaron sus registros en plataformas públicas y han hecho posible este trabajo: Agustín Segura, Ricardo Beléndez, Ángel Camacho, David Cañizares, Domingo Blanco, José Antonio Cañizares, Manuel Salas y María Teresa de Miguel. También a Elsa

por acompañarme en las jornadas de campo y por motivarme a realizar esta nota. Y para dos revisores anónimos que sugirieron cambios y mejoraron notablemente este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J.R. y Jiménez, F.J.C. (2004). *Nuevas técnicas en descontaminación y recuperación de aguas residuales: los humedales como filtros verdes*.
- Arcas, J. (2016). Andarríos chico – *Actitis hypoleucos*. En Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.): *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. Disponible en: <http://www.vertebradosibericos.org/> (Último acceso 19/10/2024).
- Ballesteros Pelegrín, G.A. (2012). Sostenibilidad social, económica y ambiental en la depuración de agua para uso agrícola y conservación de la naturaleza: las lagunas de Campotéjar (Murcia). *Papeles de Geografía*, 55-56: 11-21.
- Barbosa, A. (1997). *Las aves limícolas en España*. Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN).
- Billerman, S. M., Keeney, B. K., Rodewald, P. G. y Schulenberg, T. S. (Eds.) (2022) *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology. Ithaca, New York, USA. Disponible en: <https://birdsoftheworld.org/bow/home> Último acceso (19/10/2024).
- Campos, B.R., Cañizares, J.A., Fernández, A.M., González, A.J., Lara, A.J., Picazo, J., Reolid, J.M., Velasco, T. (2001). *Anuario ornitológico de Albacete 1997 y 1998*. *Sociedad Albacetense de Ornitología (SAO)*. Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”, 1 (132): 241 p.
- Cirujano, S., Montes, C. y García, L. (1988). Los humedales de la provincia de Albacete. Una panorámica general. *Al-Basit*, 24: 77-95.
- Giménez, M.R., Hernández, C. C., Lassalle, M, Martín, M. M., Moreno, L. F., Regidor, M. C. P., Ribera, L. F., Rodrigo, M. A. A., Rueda, J. S., Segura, M. M., Valentín, A. B. y Vera, P. G. (2020). *10 años del Tancat de la Pipa. 2009-2019*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). 73 pp.
- La Iglesia, G.J. (2016). *Filtros verdes. Humedales. Macrofitas. Módulo Gestión de Aguas Residuales y Reutilización*. Escuela de Organización Industrial (EOI). 16 pp.
- López-Donate, J.A., Montesinos, J.G.I., López, J.A.C., Martínez, J.C.N. (2004). *Estudio descriptivo del sector endorreico-salino de Pétrola, Corral Rubio y La Higuera (Albacete)*. En Verde, A. y Mora, J. (Coords.), *II Jornadas sobre el Medio Natural Albacetense*, 357-370. Instituto de Estudios Albacetenses. Albacete.
- López-Jiménez, N. (Ed.) (2021) *Libro Rojo de las aves de España*. SEO/BirdLife. 1019 pp.

- Palomino, D. y Molina, B. (Eds.) (2009). *Aves acuáticas reproductoras en España. Población en 2007 y método de censo*. SEO/BirdLife. Madrid. 211 pp.
- Picazo, J. (2011). Estatus, abundancia y distribución del flamenco común (*Phoenicopterus roseus*) en la provincia de Albacete. *Sabuco*, 8: 187-204.
- Picazo, J., Cañizares, D., Cañizares, J.A. (2013). Datos sobre la presencia de la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) en la provincia de Albacete (Castilla-La Mancha). *Sabuco*, 9: 209-220.
- Picazo, J. (2014). Distribución, abundancia y estatus de la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) en los humedales de Albacete (Castilla-La Mancha). *Sabuco*, 10: 43-61.
- Picazo, J. (2015). Datos sobre la reproducción de la gaviota cabecinegra (*Larus melanocephalus*) en la laguna de Pétrola (Albacete, Castilla-La Mancha). *Sabuco*, 11: 149-158.
- Picazo, J. (2023). Presencia y reproducción del morito común (*Plegadis falcinellus* (Linnaeus 1766)), en la provincia de Albacete (Castilla-La Mancha). *Sabuco*, 17: 31-43. http://doi.org/10.37927/sabuco.17_2
- Svensson, L., Mullarney, K. y Zetterström, D. (2010). *Guía de aves: España, Europa y región mediterránea*. Editorial Omega. 445 pp.
- Vega, F.A. (2002). Filtros verdes. Un sistema de depuración ecológico. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 23(1): 25-29.
- Velasco, T. (2004). *Las aves acuáticas en la provincia de Albacete. Una visión general*. En Verde, A. y Mora, J. (Coords.): *Jornadas sobre el Medio Natural Albacetense*, 401-409. Instituto de Estudios Albacetenses. Diputación de Albacete.

PRESENCIA DE NUTRIA EUROPEA (*LUTRA LUTRA* LINNAEUS 1758) EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SOCOVOS (ALBACETE)

PRESENCE OF EUROPEAN OTTER (*LUTRA LUTRA* LINNAEUS 1758) IN THE MUNICIPALITY OF SOCOVOS (ALBACETE)

*Elsa GARCÍA I SÁNCHEZ*¹

Recibido: 24 de junio de 2024

Aprobado: 25 de septiembre de 2024

Cómo citar este artículo

García i Sánchez, E. (2024). Presencia de nutria europea (*Lutra lutra* Linnaeus 1758) en el término municipal de Socovos (Albacete). *Sabuco*, 18: 147-154. http://doi.org/10.37927/sabu-co.18_8

RESUMEN

Ante la escasez de trabajos sobre la nutria europea (*Lutra lutra* Linnaeus 1758) en Albacete, con objetivo de confirmar la actual presencia de esta en el término municipal de Socovos (Albacete), se realizó un estudio para detectar rastros de la especie en el arroyo de Benizar y en otras zonas propicias. También se instalaron cámaras de fototrampeo. Con este muestreo se constató la existencia de la especie en el municipio y se pudo observar su uso continuo y homogéneo del hábitat favorable.

Palabras clave: arroyo Benizar, *Lutra lutra*, nutria europea, cuenca del Segura, Socovos.

ABSTRACT

Given the lack of work on the european otter (*Lutra lutra* Linnaeus 1758) in Albacete, with the aim of confirming its current presence in the municipality of Socovos (Albacete), a study was carried out to detect otter signs in Benizar stream and other suitable areas. Furthermore, photo-trapping cameras were also installed. With this sampling, the existence of the species in the municipality was confirmed and its continuous and homogeneous use of the suitable habitat was could be established.

Key words: Benizar stream, european otter, *Lutra lutra*, Segura basin, Socovos.

1 Autor para la correspondencia: elsags.2021@gmail.com

La nutria (*Lutra lutra* Linnaeus 1758), es una especie clave en los ecosistemas acuáticos y ambientalmente importante por su papel como bioindicador de la calidad de nuestros hábitats acuáticos (Jiménez *et al.*, 2008; Núñez *et al.*, 2009; Dettori, 2021).

Los primeros datos conocidos de la presencia de nutria en Albacete proceden del trabajo de Blas-Aritio (1978), que llevó a cabo una recopilación de citas con la colaboración de aldeanos y ayuntamientos, encontrando la especie en seis municipios de la provincia.

Más tarde, en 1981, Elliot (1983) prospectó ocho localidades más en busca de nutria en la provincia y obtuvo resultados positivos en tres nuevos puntos.

Posteriormente se realizaron en 1984 (Delibes, 1984) y en 1990 (Sánchez y Carmona, 1990) dos sondeos en busca de la especie que abarcaron todas las cuencas hidrográficas de la provincia. Durante estos últimos, los resultados fueron muy positivos ya que se rastreó el centro y oeste de la provincia, que hasta el momento no se había prospectado, encontrando nuevas poblaciones; además invirtieron mayor esfuerzo en estudiar la zona sur que, según los datos preexistentes, albergaba la mayor parte de la población conocida de nutria. Por ello muestrearon más puntos en la cuenca del Segura con el fin de obtener la máxima información posible sobre la nutria en Albacete (figura 1).

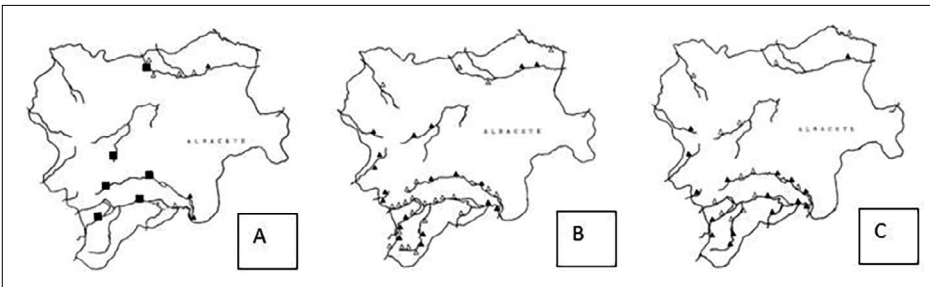


Figura 1. Comparativa de la presencia de nutria en Albacete. La primera representación “A” es de citas históricas y el muestreo de 1981, la segunda “B” es sobre el muestreo de 1984 y la tercera “C” es del sondeo de 1990. Donde ■ representa zonas con presencia anterior a los muestreos, △ puntos negativos en los muestreos y ▲ puntos positivos.

Fuente: Sánchez, M. A. y Carmona, D. (1990).

Asimismo, el sondeo de 1990 identificó una nueva zona con presencia de nutria en el arroyo de Benizar, una rambla procedente de Murcia que cruza el término municipal de Socovos hasta desembocar en el embalse del Cenajo. El municipio pertenece a la comarca de la sierra de Segura, que se encuentra al sureste de la provincia de Albacete en su límite con la Región de Murcia.

A nivel nacional se inició en 1984 un sondeo de la especie gestionado por ICONA y el CSIC, que a día de hoy se repite cada 10 años a cargo del SECEM para conocer su evolución poblacional (SECEM, 1994). En Albacete los resultados del muestreo de 1990 fueron clave para conocer el estado de conservación de la especie en la provincia, que en el momento se encontraba catalogada como vulnerable en el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles (Blanco y González, 2006). Entonces, las amenazas de la especie eran: la caza, la construcción de infraestructuras hidrológicas y la contaminación de las aguas. Los datos del muestreo de 1990 eran esperanzadores, pues la protección de la nutria a nivel nacional junto con la mejora de la calidad de las aguas debida a la instalación de plantas depuradoras permitió en Albacete pasar de un 31 % de puntos positivos el primer muestreo (1978), a un 60,7 % en el segundo (1981) y un 75 % en el posterior (1990), evidenciando claramente un aumento y estabilización de la población de nutria en la provincia, similar a lo que ocurría a nivel nacional (Ruiz-Olmo 2017). En 2006 fue catalogada como especie de preocupación menor por la UICN en España, a pesar de que a nivel global se considera casi amenazada. Se conocen trabajos posteriores, en la cuenca del Segura desde la Dirección General del Medio Natural de Murcia junto a la Confederación Hidrográfica del Segura, que mediante financiación europea han llevado a cabo un exitoso seguimiento durante los años 2017-2019, como el proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA en el que la asociación ANSE se encargó de recuperar el bosque de ribera de la Vega Alta del río Segura (Bruno *et al.*, 2014). Pero en la provincia de Albacete no han existido prácticamente iniciativas que aporten datos sobre la población de nutria actual.

Con estos antecedentes, durante 2023 y 2024 se llevó a cabo un muestreo en Socovos para saber si la especie, citada en el arroyo de Benizar en 1990, seguía presente. Se prospectó la rambla desde el paraje del Tesoro (donde se liberan las aguas residuales del municipio y las sobrantes de los riegos) hasta el embalse del Cenajo. Además, se prospectaron otras zonas propicias como el arroyo del Mojón. El muestreo se llevó a cabo mediante 13 transectos de corto recorrido (50-100 metros) con una distancia de separación entre ellos de 1-2 km (figura 2) abarcando aproximadamente 15 km de hábitat de ribera existente en el municipio. En los transectos se buscó de forma activa cualquier tipo de rastro de la especie como huellas, letrinas, excrementos aislados, madrigueras, etc. Tras localizar alguno de estos, se incrementaba la búsqueda en los alrededores para poder determinar el uso de la zona por parte de los individuos. Es decir, si se trataba de una zona de paso o se encontraban marcajes más intensos, indicativo de un área de uso habitual para alimentación, cría o recreo.

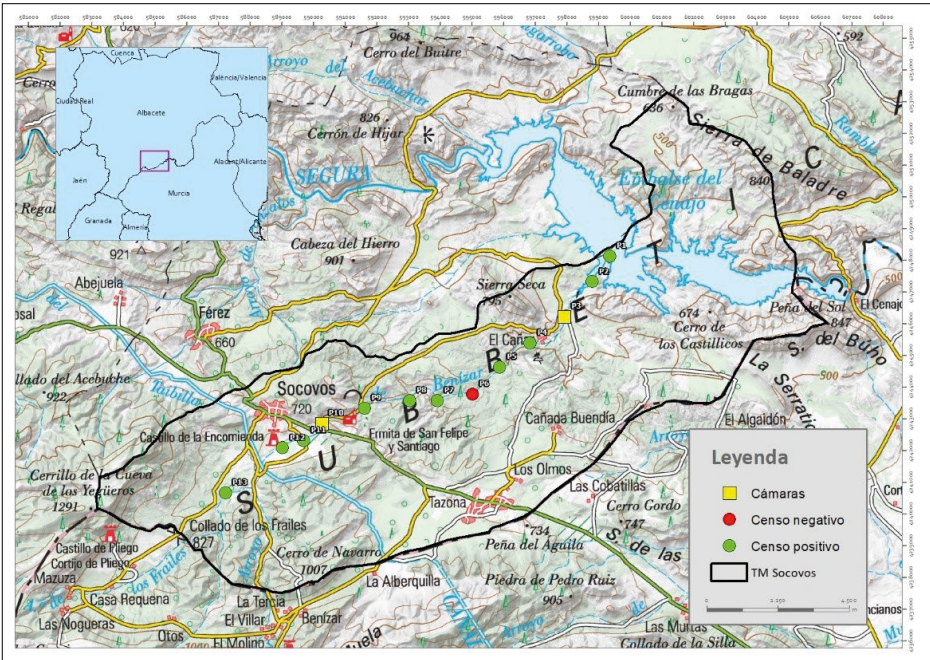


Figura 2. Mapa: situación del municipio, diseño de recorridos y resultados de muestreo.

También se colocaron 2 cámaras de fototrampeo que permanecieron instaladas durante 30 días cada una. La ubicación de las cámaras fue en puntos con censo positivo y distintas condiciones: la primera ubicada en una zona de la rambla con una velocidad de corriente medio-alta, una anchura de hasta 3 m y 1 m de máxima profundidad; la segunda, en una poza natural en el mismo arroyo, con baja corriente, anchura similar y profundidad de más de 2 m. En ambos puntos las orillas eran poco terrosas y con piedra abundante. Observándose también cobertura vegetal perimetral abundante a pesar de la alteración de sus márgenes, siendo el pinar de pino carrasco el hábitat predominante alrededor.



Figura 3. Fotografía de la cámara de fototrampeo P10 en la que se observa un individuo de nutria europea en un punto de marcaje junto los excrementos.

**PRESENCIA DE NUTRIA EUROPEA (*LUTRA LUTRA LINNAEUS 1758*)
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SOCOVOS (ALBACETE)**

Con ello se ha podido constatar la actual presencia de nutria en el municipio de Socovos (figura 3) tras más de 30 años de la detección de la especie en la zona, identificando las observaciones en las cuadrículas WH84 y WH94 (no citada en los censos nacionales). Se han podido observar rastros, tanto huellas como excrementos, en más del 90 % de los recorridos (véase los distintos tipos de rastros hallados y su porcentaje de forma detallada en figura 4 y tabla 1). El único punto negativo del censo ha sido en una de las pozas naturales de mayor tamaño del arroyo; con una profundidad de al menos 4 m y un salto de 3 m de altura desde la única orilla de piedra al agua. El resto de recorridos han sido positivos; en ellos se encontraban pozas de menor tamaño, y un arroyo de anchura entre 0,50 y 3 m, excepto en el punto de más al sur, en el arroyo del Mojón, que se encontraba totalmente seco. Mediante las cámaras de fototrampeo se captaron diversas imágenes de la especie y se pudo identificar al menos dos ejemplares diferentes que aparecieron juntos en algunas fotografías del punto 3 (figura 5).

Tabla 1. Resultados obtenidos durante los muestreos en cada estación

ESTACIÓN	RESULTADO	TIPO DE RASTRO
1	Positivo	Excrementos aislados y huellas
2	Positivo	Letrinas y huellas
3	Positivo	Excrementos aislados
4	Positivo	Excrementos aislados
5	Positivo	Excrementos aislados
6	Negativo	Ninguno
7	Positivo	Excrementos aislados
8	Positivo	Letrinas y huellas
9	Positivo	Excrementos aislados
10	Positivo	Letrinas
11	Positivo	Letrinas y huellas
12	Positivo	Letrinas y huellas
13	Positivo	Excrementos aislados



Figura 4. Representación gráfica de los tipos de rastros identificados y su porcentaje de aparición durante los muestreos.



Figura 5. Fotografía de la cámara de fototrampeo P3 en la que se observa dos ejemplares distintos de la especie nadando río abajo.

Con estos datos podemos confirmar la presencia de una población sedentaria de *Lutra lutra* en el municipio de Socovos, hasta el momento desconocida. Sería interesante invertir esfuerzos a nivel provincial y repetir estos censos tras más de 30 años para conocer el estado real de la especie en la actualidad, ya que podemos observar tras los resultados del IV sondeo

nacional de nutria (2014-2018) que la provincia de Albacete se encuentra entre las menos prospectadas, contando con un número de cuadrículas muestreadas bastante reducido. No obstante, es cierto que desde 2006 se han ido encontrando evidencias de un importante crecimiento en las poblaciones a nivel nacional siendo este un indicativo de mejora en la calidad de los hábitats acuáticos.

AGRADECIMIENTOS

A Domingo Blanco por animarme a escribir y a Noé Cuesta y a mi madre por ayudarme y acompañarme.

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco, J. C. y González, J. L. (2006). *Libro rojo de los vertebrados de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 375 pp.
- Blas-Aritio, L. (1978): Informe sobre la situación de la nutria en España. En Duplaix, N. (ed.). *Otters: Proceedings of the first working meeting of the Otter Specialist Group*, pp.: 140-142. UICN. Morges. Suiza.
- Bruno, D, Zapata, V.M., Velasco, J., Millán, A., Calvo, J.F. y Robledano F. (2014). *Protocolo de seguimiento y evaluación de actuaciones del proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA*. Asociación de Naturalistas del Sureste Ibérico. 29 pp.
- Delibes, M. (1984): *La situación de la nutria, Lutra lutra L. en España*. ICONA-CSIC. Inédito.
- Dettori, E. E. (2021). *The Eurasian otter (Lutra lutra) as an environmental bioindicator in relation to exotic invasive species: Giant reed (Arundo donax), Red swamp crayfish (Procambarus clarkii) and American mink (Neovison vison)*. Doctoral dissertation, Universidad de Murcia.
- Dirección General de Medio Ambiente (2017-2018). *Seguimiento biológico de las poblaciones de nutria (Lutra lutra) en la Región de Murcia*.
- Elliot, K. M. (1983): The otter (*Lutra lutra L.*) in Spain. *Mammal Rev.* 13 (1): 25-34.
- Jiménez, J., López-Martín, J. M., Ruiz-Olmo, J. y Delibes, M. (2008). ¿Por qué se está recuperando la nutria en España? En J. M. López-Martín y J. Jiménez (eds.). *La nutria en España, veinte años de seguimiento de un mamífero amenazado*. Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos. Málaga, Spain, 273-304.
- Núñez, P., Llana, L., y Nores, C. (2009). La contaminación fluvial derivada de la industria minera como factor limitante en la distribución de la nutria paleártica *Lutra lutra L.* en el Principado de Asturias. En J.M. López-Martín y J. Jiménez (eds.). *La nutria en España: veinte años*

- de seguimiento de un mamífero amenazado* (pp. 421-440). Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos.
- Sánchez, M. A. y Carmona, D. (1989): Situación de la nutria en la región de Murcia. *Esta Región*, 18: 21-31.
- Ruiz-Olmo, J. (2014) Nutria *Lutra lutra*. En Salvador, A., Luque-Larena, J. J. (Eds.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Sánchez, M. A. y Carmona, D. (1990): Estatus y evolución reciente de la población de nutria en Albacete. *Jornadas sobre el Medio Natural Albacetense*, IEA: 400-407.
- SECEM (1994). Sondeo Nacional de Nutria. Sociedad Española para la Conservación y el Estudio de los Mamíferos. Disponible en: <https://secem.es/estudios/programas/sondeo-nacional-de-nutria> (Último acceso 15/11/2024).

**PRONTUARIO
DE LA NATURALEZA
ALBACETENSE**

PRONTUARIO DE LA NATURALEZA ALBACETENSE

Recopilado por Arturo VALDÉS FRANZI^{1,2}

José GÓMEZ NAVARRO^{1,2}

Domingo BLANCO SIDERA²

y Juan PICAZO TALAVERA²

El Prontuario de la Naturaleza Albacetense pretende recoger aquellos conocimientos inéditos, o publicados en otros medios, sobre la Naturaleza de Albacete que, por su carácter puntual (citas), no tienen cabida en otras secciones de la revista SABUCO. Los criterios de selección son difíciles de unificar para todos los grupos taxonómicos, en general hemos utilizado los siguientes: primeras citas de especies para la provincia, especies escasas en el ámbito provincial, especies incluidas en catálogos de especies amenazadas en la normativa vigente o en las diferentes listas rojas publicadas, ampliación de áreas de distribución, número relevante de individuos, observaciones fenológicas inusuales o individuos vistos fuera de su área de distribución conocida, datos relevantes sobre la ecología o comportamiento de las especies. En el caso de las aves amenazadas y por razones de espacio, sólo se consideran las especies “En Peligro Crítico” y “En Peligro” de la Lista Roja, y “En Peligro” de la normativa nacional y autonómica de Castilla-La Mancha. En todos los casos, y especialmente para especies catalogadas “En Peligro de Extinción”, se omitirán detalles que pudieran suponer riesgo para sus poblaciones. Las citas que necesiten homologación por los correspondientes comités biológicos de ámbito nacional serán reseñadas con un asterisco (*). Para la taxonomía y sistemática de las aves, se ha considerado la *Lista Mundial de Aves del COI* <https://www.worldbirdnames.org/new/>. En taxonomía de hongos se ha seguido a *Index fungorum*.

Sin perjuicio de la selección realizada y aceptación de citas, éstas han sido remitidas voluntariamente por sus autores, o recogidas de distintas plataformas de internet, y a ellos (indicados **negrita**) corresponde la veracidad de los datos reflejados. Se recogen también citas que forman parte de artículos en otras publicaciones científicas y ejemplares depositados en colecciones, indicando las referencias bibliográficas o números de registro correspondientes. Dada la proliferación de medios digitales en los que se publican citas de distintos grupos taxonómicos y con diferentes ámbitos geográficos, desde SABUCO se intenta recoger toda la información referen-

1 Instituto Botánico de la Universidad de Castilla-La Mancha

2 Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”

Correo electrónico: prontuariosabuco@iealbacetenses.com

te a la provincia que aparezca en ellos. Agradecemos que los autores de citas en otros medios nos las remitan para incluirlas en nuestro prontuario, indicando siempre la referencia en la que se hizo su publicación. Para el envío de citas es recomendable utilizar la plantilla que se puede descargar de nuestra página web, desde el apartado 2 (envío de originales) de las normas de publicación de SABUCO.

Ejemplo de cita recomendada para este prontuario:

Valdés Franzi, A., Gómez Navarro, J., Blanco Sidera, D. y Picazo Talavera, J. (rec.). Prontuario de la Naturaleza Albacetense. *Sabuco*, 18: 157-176.

Cita recomendada para observaciones concretas de este prontuario:

Escobar, J. L. (2023). *Amanita subnudipes* (Romagn.) Tulloss. En Valdés Franzi, A., Gómez Navarro, J., Blanco Sidera, D. y Picazo Talavera, J. (rec.). Prontuario de la Naturaleza Albacetense. *Sabuco*, 18: 157-176.

REINO FUNGI

División ASCOMYCOTA, Subdivisión Pezizomycotina

Clase SORDARIOMYCETES

Orden HYPOCREALES

Familia Hypocreaceae

Hypomyces rosellus (Alb. & Schwein.) Tul. & C. Tul.

Se trata de un hongo parásito sobre los cuerpos fructíferos de otros hongos, principalmente afilofores. No había sido citado anteriormente en la provincia.

Año 2024: 21 de noviembre en Cilleruelo, Masegoso (figura 1), **Carmelo Pérez**.



Figura 1. *Hypomyces rosellus*, Cilleruelo. Fotografía: Carmelo Pérez.

Clase PEZIZOMICETES

Orden PEZIZALES

Familia Helvellaceae

Helvella juniperi M. Filippa & Baiano

Escasas citas para la provincia, aunque es probable que haya sido confundida con otras especies del género de aspecto muy parecido, conocidas popularmente como orejetas.

Año 2024: 29 de marzo en Los Puntales, Villapalacios (figura 2). Herbario Alba-SMA 1494, **Leg. Sociedad Micológica de Albacete, Det. Silvino Navarro.**



Figura 2. *Helvella juniperi*, Villapalacios. Fotografía: José Luis Escobar.

Familia Pyronemataceae

Geopora clausa (Tul. & C. Tul.) Burds.

Primera cita para la provincia. El género *Geopora* son pequeños ascomicetes con forma globosa o irregular. Esta especie en particular se puede identificar por su superficie externa de color pardo y verrucosa.

Año 2024: 10 de noviembre en Campamento de Malpaso (Peñascosa), **José García.**

División BASIDIOMYCOTA, Subdivisión Agaricomycotina

Clase AGARICOMYCETES

Orden AGARICALES

Familia Amanitaceae

Amanita subnudipes (Romagn.) Tulloss

Amanita sin anillo y con cutícula de color anaranjado. No había sido citada anteriormente en la provincia.

Año 2023: 30 de junio en Casa del Corral, Casas de Lázaro (figura 3), **José Luis Escobar**.



Figura 3. *Amanita subnudipes*, Casas de Lázaro. Fotografía: José Luis Escobar.

Familia Tricholomataceae

Tricholoma acerbum (Bull. Ex Pers.) Quél.

Tricoloma robusto, con margen incurvado y cutícula seca, crema amarillenta. Especie poco frecuente en la provincia.

Año 2024: 22 de noviembre en Masegoso (figura 4). Herbario Alba-SMA 1738, **Leg. y Det. Carmelo Pérez.**



Figura 4. *Tricholoma acerbum*, Masegoso. Fotografía: Carmelo Pérez.

Familia Hydnangiaceae

Laccaria tortilis (Bolton) Cooke

Pequeña lacaria con pocas citas en la provincia.

Año 2024: 29 de marzo en Los Puntales, Villapalacios (figura 5). Herbario Alba-SMA 1511, **Leg. Sociedad Micológica de Albacete, Det. Silvino Navarro.**



Figura 5. *Laccaria tortilis*, Villapalacios. Fotografía: José Luis Escobar.

Orden RUSSULALES

Familia Russulaceae

Russula cyanoxantha (Schaeff.) Fr.

Rúsula corpulenta y compacta, con cutícula de color variable con diferentes tonos de azul, verde y lila. No citada anteriormente en la provincia.

Año 2024: 16 de noviembre en campamento de San Juan, Riópar. Herbario Alba-SMA 1723, **Leg. Juan Martínez, Det. José García.**

Russula maculata Quél.

Rúsula de tamaño intermedio y color de la cutícula entre ocre y salmón, con pequeñas manchas rojizas que le dan el nombre específico. No citada anteriormente en la provincia.

Año 2024: 25 de octubre en Muela de Carcelén. Herbario Alba-SMA 1698, **Leg. José Gómez, Det. José García.**

Russula praetervisa Sarnari

Rúsula mediana de margen estriado, cutícula pardo grisácea más oscura en el centro y olor a pescado. No citada anteriormente en la provincia.

Año 2024: 7 de noviembre en pinar cercano a la laguna del Arquillo, Masegoso. Herbario Alba-SMA 1634, **Leg. y Det. José García.**

Russula galochroides Sarnari

Pequeña rúsula de cutícula mate, blanca o crema pálido. Primera cita para la provincia.

Año 2024: 24 de septiembre en pinar cercano a Villa de Ves. Herbario Alba-SMA 1607, **Leg. José Gómez, Det. José García.**

Russula persicina Krombh.

Rúsula mediana de cutícula roja y sabor picante tanto en láminas como en la carne, que tiene un olor afrutado. No había sido citada en la provincia.

Año 2024: 16 de noviembre en Balsa de Ves. Herbario Alba-SMA 1730, **Leg. José Gómez, Det. José García.**

Orden GEASTRALES

Familia Geastraceae

Geastrum minimum Schwein.

Pequeña estrella de tierra que no había sido citada anteriormente en la provincia.

Año 2024: 3 de noviembre en Balsa de Ves. Herbario Alba-SMA 1720, **Leg. y Det. José Gómez.**

REINO PLANTAE

DIVISIÓN MAGNOLIOPHYTA

Clase MAGNOLIOPSIDA

Orden ASTERALES

Familia Campanulaceae

Campanula mollis L.

(= *C. velutina* Desf.; *C. velutina* subsp. *velutina* var. *almeriensis* (Deg. & Herv.) G. López; *C. velutina* Desf. subsp. *velutina* var. *microphylla* (Cav.) G. López).

Planta mediterránea. López González (1980: 306) cita junto a Hellín (es el pliego tipo de Cavanilles *Campanula microphylla*, MA -Herbario Jardín Botánico de Madrid- nº 120849) como *Campanula velutina* Desf. subsp.

velutina var. *microphylla* (Cav.) G. López. *Flora iberica* (en adelante FI) 14: 125 muestra un icono de los Chorros del río Mundo, MA 545614, y cita solamente en 10 provincias del cuadrante SE peninsular. En ANTHOS aparece citada únicamente en zonas altas de las sierras de Alcaraz y Yeste por diversos autores.

02/06/1992. Hellín, sierra de la Umbría del Rincón, XH 0496. 980 m. Fisuras de paredes calcáreas. Herbario ALBA 4331, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

06/06/1992. Hellín, sierra del Baladre, XH 0751. 650 m. Fisuras en roquedos calcáreos. Herbario ALBA 9829, **Leg. Arturo Valdés y José Luis González.**

Orden CARYOPHYLLALES

Familia Caryophyllaceae

Spergularia bocconei (Scheele) Asch. & Graebn.
(= *Alsine bocconei* Scheele)

Planta actualmente subcosmopolita. No cita FI 2: 160 en Albacete. Hay una referencia de Valdés y Molina (1997: 217), ALBA 3448, en Villa de Ves, recogida en ANTHOS y de Gómez Navarro (2011: 200) en Alborea.

06/05/1992. Isso. Praderas pastoreadas y bordes de caminos. XH 0961. 490 m. Herbario ALBA 4300, **Leg. José Luis González.**

Orden DIPSACALES

Familia Caprifoliaceae.

Sambucus ebulus L.

Planta circunmediterránea. No hay otras citas de zonas cercanas, sí varias en la provincia de Albacete (Montealegre del Castillo, Valdeganga, Alpera, Balazote, Tiriez, Povedilla, Calar del Mundo, Ruidera, etc.), algunas recogidas en ANTHOS.

17/09/1992. Tobarra, huertas en la parte baja del pueblo XH 1471. 620 m. Herbazales en bordes de acequias de riego. Herbario ALBA 4333, **Leg. José Luis González.**

Orden ASTERALES

Familia Compositae

Bidens subalternans DC.

Nativa de Sudamérica, naturalizada. Citada en Los Llanos de Albacete por Valdés *et al.* (1992: 135) donde es frecuente en sus regadíos.

23/10/2009. Hellín, a unos kilómetros en dirección a Liétor. WH 0864. 530 m. Depresión húmeda con juncos churreros. Herbario ALBA 7593, **Leg. Arturo Valdés y Rodrigo Roldán, Det. Arturo Valdés.**

Familia Asteraceae

***Carthamus creticus* L.**

(= *Carthamus lanatus* subsp. *baeticus* (Boiss. & Reut.) Nyman)

Planta de origen mediterráneo, probablemente naturalizada en la península ibérica. FI 16: 304 no cita en Albacete, sí en 10 provincias principalmente costeras. Menciona López Vélez (1996: 199, 387) de la zona del Calar del Mundo, Yeste y Elche de la Sierra.

01/06/1990. Saladar de Agramón, Hellín. XH 2258. 430 m. Taludes terrosos nitrificados. ALBA 4110, **Leg. Arturo Valdés, José Luis González y Rafael Molina.**

19/06/1992. Cancarix, Hellín. XH 2452 470 m. Suelos húmedos en márgenes de rambla y borde de campo arado. ALBA 11385, **Leg. Arturo Valdés y José Luis González.**

***Cladanthus mixtus* (L.) Chevall.**

(= *Anthemis mixta* L; *Chamaemelum mixtum* (L.) All.)

Región Mediterránea y SW de Asia. FI 16: 1971 no cita en Albacete. Tampoco aparece citada en el Valdés *et al.* (2001) ni en ANTHOS. Probable primera cita provincial.

12/06/1992. Piedemonte de la sierra de las Cabras, Cancarix, Hellín. XH 2352. 480 m. Campos incultos en olivares aclarados. Herbario ALBA 11355, **Leg. Arturo Valdés y José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

14/05/2010. Sierra del Relumbrar, Villapalacios. **Arturo Valdés y Rodrigo Roldán.**

***Filago fuscescens* Pomel**

(= *Filago pyramidata* subsp. *fuscescens* (Pomel) O. Bolòs & Vigo)

Extendida por la península ibérica y N de África. FI 16: 1704 sólo cita en Albacete y otras 4 provincias del SE peninsular. No aparece en Valdés *et al.* (2001). Citada por Andrés-Sánchez *et al.* (2013: 70) en el saladar de Agramón, testimonio recogido en ANTHOS. Sería segunda cita provincial, ambas de localidades cercanas.

06/05/1989. Bodegas, Agramón, Hellín. XH 1852. 380 m. Entre albardiñares, en terrenos más elevados y secos del saladar. Herbario ALBA 11419, **Leg. Arturo Valdés y José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Reichardia intermedia (Sch. Bip.) Samp.

(= *Picridium intermedium* Sch. Bip.)

Planta subcosmopolita. FI 16: 857 no cita en Albacete. Tampoco aparece en Valdés *et al.* (2001). Citada por Sánchez Gómez y Alcaraz (1993: 187), en Letur y Socovos, menciones recogidas por ANTHOS.

06/03/1990. Entre Tobarra y Hellín. XH 1367. 600 m. ALBA 13134. Herbazales viarios, con *Carduus tenuiflorus*, etc. **Leg. José Luis González, Det. José Gómez y Arturo Valdés.**

Xanthium orientale L. subsp. ***orientale***

(= *Xanthium macrocarpum* DC. in Lam. & DC.)

Planta naturalizada en casi toda la península ibérica, de origen americano. No aparece en Valdés *et al.* (2001). Gómez Navarro *et al.* (2011: 136), dan la primera cita para Albacete en Casas de Ves (recogida en FI 16: 2162, -MA 797699-, que muestra la planta iconografiada). Segunda cita provincial.

14/10/1992. Liétor, Embalse de Talave. WH 9962. 510 m. Al pie de paredes rezumantes. ALBA 11531, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Xanthium strumarium L. subsp. ***brasilicum*** (Vell.) O. Bolòs & Vigo

(= *Xanthium brasilicum* Vell.)

Planta subcosmopolita. No aparece en Valdés *et al.* (2001). Probable segunda cita provincial como subespecie.

07/09/1992. Hellín, Las Minas, Maeso, río Segura. XH 1546. 320 m. Malas hierbas en regadíos de maíz. ALBA 11533, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Xanthium strumarium L. subsp. ***strumarium***

(= *Xanthium echinatum* Murray)

Subcosmopolita. No cita FI 16: 2163 en Albacete, ni Valdés *et al.* (2001). ANTHOS no recoge subespecies de esta planta. Probable primera cita provincial como subespecie.

14/10/1989. La Asomadilla, Hellín. XH 1061. 500 m. En olivares sin arar. ALBA 11532, **Leg. José Luis González, Arturo Valdés y Rafael Molina, Det. Arturo Valdés.**

14/10/1992. Liétor, Embalse de Talave. WH 9962. 510 m. Herbazales en márgenes del embalse sobre suelos arenosos. ALBA 11534, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Orden BRASSICALES

Familia Brassicaceae

Biscutella lucentina M.B. Crespo & Mateo

Endemismo valenciano. No aparece en FI 4 por estar descrita posteriormente, tampoco en Valdés *et al.* (2001) ni en ANTHOS. Cita muy cercana a Albacete donde, de encontrarse, sería primera cita provincial.

28/02/1992. Murcia, Moratalla, sierra Cubillas, entre Casa de La Mina y El Hondón. XH 1047. 350 m. En laderas sobre conglomerados con cantos cuarcíticos. ALBA 11550, **Leg. Arturo Valdés y José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Sisymbrium erysimoides Desf.

(= *Sisymbrium rigidulum* Lag.)

Del SW de Europa y N de África. FI 4: 24 menciona de Albacete y otras 7 provincias del E peninsular. No cita ANTHOS en la provincia. Probable segunda cita provincial.

20/03/1990. Hellín, Cancarix, sierra de las Cabras. XH 2353. 550 m. ALBA 13831, **Leg. José Luis González, Det. José Gómez y Arturo Valdés.** Praderillas bajo *Pinus halepensis*.

Orden CUCURBITALES

Familia Cucurbitaceae

Citrullus colocynthis (L.) Schrad.

(= *Cucumis colocynthis* L.)

Cultivada antiguamente, asilvestrada en la actualidad. FI 3: 461 no cita en Albacete, sólo en 7 provincias de España. No aparece ni en Valdés *et al.* (2001) ni en ANTHOS. Probable primera cita provincial.

07/09/1992. Hellín, Las Minas. XH 1644. 390 m. Márgenes de espartal, suelos secos pedregosos, calizos. ALBA 13127, **Leg. José Luis González, Det. José Gómez.**

Orden MALPIGHIALES

Familia Hypericaceae

Hypericum tetrapterum Fr.

(= *Hypericum quadrangulum* L., nom. rejic. prop.)

Distribución subcosmopolita. FI 3: 168 no cita en Albacete. Hay una cita en Férez (Sánchez Gómez, 1990: 514). Otros testimonios en Cuasier-

mas, Valle del Júcar de Ríos *et al.*, (2003: 125) cita recogida en ANTHOS, y en Casas de Benítez, La Losa, al S de Cuenca, cerca de Albacete (Molina *et al.*, 2008: 174).

07/07/1992. Hellín, Las Minas, Maeso. XH 1546. 320 m. Herbazales húmedos y comunidades de grandes cárices en márgenes del río Segura. ALBA 11233, **Leg. Arturo Valdés y José Luis González.**

24/08/1992. Albacete, Hellín, aguas abajo del embalse del Cenajo. XH 0748. 350 m. Herbazales de *Cyperaceae* en bordes de acequia. ALBA 12355, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Orden FABALES

Familia Fabaceae

Onobrychis saxatilis (L.) Lam.

(= *Hedysarum saxatile* L.)

Del SW de Europa y N de África. FI 7: 957 no cita en Albacete. Hay una referencia de Almansa en el cruce Venta de la Vega, carretera de Madrid (de la Torre y Alcaraz 1994: 133) recogida en ANTHOS y otra de Gandoger (1917: 91), en Monte Mugrón, Almansa.

25/05/1991. Hellín, Las Minas. XH 1642. 380 m. Tomillares en colinas margoso-yesíferas. ALBA 12184, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Orden MALVALES

Familia Malvaceae

Hibiscus trionum L.

Planta naturalizada subcosmopolita. FI 3: 197 no cita para Albacete. Valdés y Molina (1997: 217, ALBA 4622), y Molina *et al.*, (2008: 171) la mencionan de Alborea, citas recogidas en ANTHOS. Gómez Navarro (2011: 310), da referencias de Casas de Ves y Balsa de Ves.

07/07/1992. Hellín, Las Minas, Maeso. XH 1546. 310 m. En bordes de cultivos de regadío en las huertas del río Segura. ALBA 12619, **Leg. Arturo Valdés y José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

20/08/1992. Hellín, entre Acequia de Tavizna y río Mundo, Casa Nueva. XH 1054. 400 m. Malas hierbas en cultivos de regadío de maizales estivales. ALBA 12620, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Orden LAMIALES

Familia Orobanchaceae

***Orobanche gracilis* Sm.**

(= *Orobanche cruenta* Bertol.; *Orobanche ulicis* Des Moul.; *Orobanche variegata* auct. hisp., non Wallr.)

Del C, S y E de Europa. FI 14: 66 considera planta dispersa por la península ibérica. Como *Orobanche variegata*, Willkomm (1893: 186) recoge una cita de Rouy, pr. Hellín, sierra de las Cabras. Cuatrecasas (1926: 39) la menciona de La Molata. Gómez Navarro (2011: 316), como subsp. *gracilis*, la cita en Casas de Ves y López Vélez (1996: 184) de las sierras del Calar del Mundo, referencia recogida en ANTHOS.

09/01/1990. Hellín, La Vicaría. XH 0261. 500 m. En talud arenoso del margen de la carretera. ALBA 4323, **Leg. Arturo Valdés, José Luis González y Rafael Molina, Det. José Gómez.**

Orden CARYOPHYLLALES

Familia Polygonaceae

***Rumex intermedius* DC. in Lam. & DC.**

(= *Rumex thirsoides* auct., non Desf.)

Del W mediterráneo y N de África. Hay diversas citas en la provincia de Albacete: Villa de Ves, Balsa de Ves, Villapalacios, Nerpio, Macizo del Calar del Mundo, etc., esta última recogida en ANTHOS.

02/06/1992. Hellín, sierra de la Umbría del Rincón. XH 0469. 880 m. Sobre suelos terrosos nitrificados entre rocas calizas en laderas. ALBA 12569, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Orden GENTIANALES

Familia Rubiaceae

Galium verrucosum* Huds. subsp. *verrucosum

(= *Galium valantia* Weber)

Del S de Europa y Asia, N de África. FI 15: 151 no cita en Albacete. Tampoco se menciona en Valdés *et al.* (2001) ni en ANTHOS. Referencias de Gómez Navarro *et al.* (2013: 82) en Casas de Ves. Segunda cita provincial.

06/05/1992. Hellín, Nava-Campana, cercanías. XH 1761. 480 m. Herbazales frescos viarios en taludes removidos y nitrificados. ALBA 12723, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

02/05/1992. Hellín, alrededores del pueblo. XH 1365. 570 m. Herbazales en márgenes de un camino. ALBA 12724, **Leg. Arturo Valdés y José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Orden SCROPHULARIALES

Familia Scrophulariaceae

Kickxia elatine (L.) Dumort. subsp. ***elatine***

(= *Antirrhinum elatine* L.)

De Europa, SW de Asia y N África. Para FI 13: 218 es más frecuente en el N peninsular. Poco señalada en la provincia. Existe una referencia de Las Fuentes de Alpera de Figuerola *et al.* (1989: 296) recogida en ANTHOS y de Gómez Navarro (2011: 355) en Cilanco, cerca de Villatoya.

07/09/1992. Hellín, río Mundo, embalse de Camarillas. XH 1949. 350 m. Herbazales húmedos en sus márgenes. ALBA 12800, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

24/09/1992. Hellín, río Segura, aguas abajo del embalse del Cenajo. XH 0747. 350 m. Malas hierbas en choperas y cultivos de frutales. ALBA 12801, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

Scrophularia crithmifolia Boiss.

(= *Scrophularia canina* subsp. *crithmifolia* (Boiss.) O. Bolòs & Vigo; *S. hoppei* auct., non W.D.J. Koch in Röhl.)

Endemismo del S, E y NE España. FI 13: 132 no cita de Ab. Tampoco se menciona ni en Valdés *et al.* (2001) ni en ANTHOS. Hay una cita genérica de Ríos *et al.* (1996: 215) del tramo medio del Segura. Probable primera cita provincial expresa.

06/04/1992. Tobarra, cerca del Pueblo, junto carretera nacional 301, km 294. XH 1474. 670 m. Taludes frescos en los márgenes de la carretera. ALBA 12822, **Leg. José Luis González, Det. Arturo Valdés.**

REINO ANIMALIA

FILO MOLUSCA

Clase GASTROPODA

Orden STYLOMMATOPHORA

Familia Helicidae

Iberus gualtieranus ssp. gualtieranus

Este caracol terrestre, de concha aplanada, se considera endémico de Almería, aunque parece haber poblaciones introducidas en Granada, Jaén y Valencia. Es muy escasa y en regresión. “En peligro de extinción” en el *Libro rojo de los invertebrados de Andalucía*.

2024. Sierra del Pino, Hellín. Un ejemplar el 22 de octubre (figura 6), **Alejandro García** en <https://www.facebook.com/groups/faunayfloradealbacete>.



Figura 6. *Iberus gualtieranus ssp. gualtieranus*, Hellín. Fotografía: Alejandro García.

FILO CHORDATA

Clase SAUROPSIDA

Oren SQUAMATA

Familia Blanidae

Culebrilla ciega *Blanus cinereus* Vandelli, 1797

Por sus hábitos subterráneos es una especie que pasa desapercibida, aunque se piensa que su distribución debe ser amplia. Dado el poco conocimiento de la especie en la provincia hemos recopilado las citas aparecidas en <https://www.facebook.com/groups/faunayfloradealbacete>.

Año 2020. Un ejemplar en Cerrolobo, Albacete el 15 de julio, **Francisco Javier Cullell Tórtola**. Un ejemplar en Jorquera el 20 de julio, **Pablo López Aracil**.

31/05/2022. Un ejemplar encontrado en un portal, Tobarra, **Ana Mina**.

10/06/2023. Ejemplar en Alcalá del Júcar, **Pedro Munera Motilla**.

03/03/2024. Un ejemplar en Valdeganga, **Eoweem**.

Familia Scincidae

Eslizón ibérico *Chalcides bedriagai* Boscá, 1980

Los eslizones son lagartos con patas reducidas que suelen pasar desapercibidos, por lo que hemos recogido aquí las citas publicadas en <https://www.facebook.com/groups/faunayfloradealbacete>



Figura 7. *Chalcides bedriagai*, Casas de Ves. Fotografía: Laura Sánchez.

24/06/2016. Un ejemplar en la ribera del Júcar, Valdeganga, **Rafiki Mondison**.

Agosto de 2016. Individuo encontrado muerto. Paterna del Madera, **José Luis López González**.

03/06/2020. Un ejemplar en Casas de Ves (figura 7), **Laura Sánchez**.

Año 2023. Marzo, un ejemplar en Villarrobledo, **Jesús Segovia Molina**. 29 de mayo, un ejemplar en Alpera, **Guillermo Navarro González**. 22 de agosto, un individuo en Casas Ibáñez, **Lolo Rp**.

Eslizón tridáctilo *Chalcides striatus* Cuvier, 1829

Citas publicadas en <https://www.facebook.com/groups/faunayfloradealbacete>

12/04/2022. Tres ejemplares observados en un campo recién arado en El Horcajo, Alcaraz, **Ira Hnizdovsca**.

03/11/2024. Ejemplar en Alcalá del Júcar, **Pedro Munera Motilla**.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaraz F. y Valdés, A. (2003). *Vegetación de sotos y riberas de la provincia de Albacete (España)*. IEA. Serie I. Estudios nº 148.

Andrés-Sánchez, S., Martínez-Ortega, M. M. y Rico, E. (2013). Estudio corológico del género *Filago* L. (*Asteraceae*, *Gnaphalieae*) en la Península Ibérica y Baleares. *Botanica complutensis*, 37: 57-78.

ANTHOS (2024). Sistema de información sobre las plantas de España. Ministerio de Medio Ambiente. Fundación Biodiversidad. Real Jardín Botánico, CSIC. <http://www.anthos.es>, último acceso 3/12/2024.

Cuatrecasas, J. 1926. Excursión botánica a Alcaraz y Riópar. *Trab. Mus. Cienc. Nat. Barcelona* 5, Ser. Bot., 7: 1-49.

De la Torre, A. y Alcaraz, F. (1994). Novedades sintaxonómicas en el orden *Rosmarinetalia officinalis* Br. -Br. 1931 em. 1952 para el sureste de España. *Lazaroa*, 14: 125-138.

Figuerola, R., Peris, J. B. y Estesó, F. (1989). Notes floristiques y corològiques 231-266. *Collect. Bot.*, 17(2): 295-297.

Gandoger, M. (1917) *Catalogue des plantes récoltées en Espagne et en Portugal pendant mes voyages de 1894 à 1912*. Freres, Macon Protrat. Paris.

Gómez Navarro, J. (2011). *Aportaciones al Estudio de la Flora y Vegetación del Extremo NE de la Provincia de Albacete y zonas adyacentes de la Provincia de Valencia (España)*. IEA. Serie I. Estudios nº 199. Albacete.

Gómez Navarro, J., Peris Gisbert, J. B., Valdés Franzí, A., Sanchis Duato, E. y Roselló Gimeno, R. (2011). Plantas de interés del NE de la provincia de Albacete e inmediaciones de la provincia de Valencia, VI. *Sabuco*, 8: 117-142.

Gómez Navarro, J., Ferrer Gallego, P. P., Roselló Gimeno, R., Peris Gisbert, J. B., Valdés Franzí, A. y Sanchis Duato, E. (2013). Plantas de interés

- del NE de la provincia de Albacete e inmediaciones de la provincia de Valencia, VII. *Sabuco*, 9: 69-93.
- López González, G. (1980). Dos campánulas españolas: *C. decumbens* DC. y *C. mollis* L. *Bol. Soc. Brot., sér. 2*, 53: 299-308
- López Vélez G. (1996). *Flora y vegetación del macizo del Calar del Mundo y sierras adyacentes del sur de Albacete*. IEA, Serie 1, N.º 85.
- Molina, R., Valdés, A. y Alcaraz, F. J. (2008). *Flora y vegetación del tramo medio del valle del río Júcar (Albacete)*. IEA, Serie I, N.º 184.
- Molina, R., Valdés, A. y Alcaraz, F. (2008) *Flora y vegetación del tramo medio del Valle del Júcar (Albacete)*. IEA Serie I. Estudios nº 184.
- Ríos, S. Alcaraz, F. y Valdés, A. (2003). *Vegetación de sotos y riberas de la provincia de Albacete*. IEA, Serie I, N.º 148.
- Ríos, S., Alcaraz, F. y Cano, F. (col.) (1996) *Flora de las riberas y zonas húmedas de la cuenca del Río Segura*. Serv. Publ. Univ. Murcia.
- Sánchez Gómez, P. y Alcaraz, F. (1993). *Flora, vegetación y paisaje vegetal de las Sierras de Segura Orientales*. IEA, Ser. 1, N.º 69. Albacete.
- Sánchez Gómez, P. (1990). *Estudio de la flora, vegetación y paisaje vegetal de las sierras de Segura orientales (Albacete, Murcia)*. Tesis doct. inéd. Fac. de Biología, Univ. De Murcia. 730 pp.
- Valdés A., Alcaraz F. y Rivera, D. (2001) *Catálogo de plantas vasculares de la provincia de Albacete (España)*. IEA Serie I. Estudios nº 127. Albacete.
- Valdés, A. y Molina, R. (1997). Referencias corológicas de plantas vasculares para el SE ibérico. *Acta Bot. Malacitana*, 22: 215-218.
- Valdés, A., Molina, R. y González, J. L. (1992). Aportación al conocimiento de la flora de Albacete. *Stvdia Botanica*, 10: 135-137.
- VV. AA. (1986-2021). *Flora iberica*. Real Jardín Botánico, CSIC, 20 vols.
- Willkomm, H. M. (1893). *Supplementum Prodromi Florae Hispanicae*. E. Schweizerbart (E. Koch). Stuttgart.

POLÍTICA EDITORIAL

1. TEMÁTICA Y ALCANCE

SABUCO es una publicación periódica del Instituto de Estudios Albacences (IEA) «Don Juan Manuel». Su objetivo es la difusión de las aportaciones sobre Ciencias Naturales y Medio Ambiente cuyo ámbito geográfico sea Albacete y su provincia; además de dar a conocer aquellos estudios científicos de relevancia realizados por personas o instituciones de la provincia.

SABUCO incluye la evaluación por pares, lo que garantiza que los trabajos han sido valorados con criterios de calidad por revisores externos al IEA, expertos en los temas tratados en cada trabajo, y por un consejo de redacción. Dicho consejo está formado por:

- Director de la revista.
- Secretario de redacción.
- Consejeros: serán los directores de los departamentos relacionados con los campos de las ciencias del IEA. Podrán incorporarse otros miembros del instituto.

Todo manuscrito original presentado será sometido a un proceso anónimo de evaluación por pares del que resultará su aceptación, rechazo o propuesta de revisión. El secretario de redacción de SABUCO representa la opinión del Consejo de Redacción y hará saber a los autores su fallo sobre la aceptación o no de sus trabajos. El Consejo de Redacción tiene potestad para consultar a especialistas y su decisión es definitiva.

Tras la aceptación definitiva del manuscrito, los autores recibirán las pruebas de imprenta a fin de que realicen las correcciones necesarias de carácter tipográfico, no admitiéndose variaciones significativas ni adicionales al texto. Las pruebas deberán ser devueltas en el plazo de quince días, a partir de la fecha de recepción por parte del autor.

La no aceptación de cualquiera de estos requisitos puede conllevar que un determinado trabajo no sea admitido para su publicación. En tal caso se devolverá el manuscrito a los autores con una breve nota explicativa con las razones que justifican la decisión.

SABUCO no se identifica necesariamente con los juicios y opiniones que sus colaboradores exponen en el uso de su plena libertad intelectual.

La publicación de artículos en la revista SABUCO no da derecho a remuneración alguna, perteneciendo al IEA los derechos de edición y siendo imprescindible, por tanto, su autorización para efectuar cualquier reproducción de los mismos.

2. SECCIONES

Artículos

Se publican en esta sección trabajos que aporten información novedosa sobre los distintos aspectos de los campos científicos en la provincia de Albacete y su entorno. Estos trabajos han de aportar resultados inéditos y conclusiones elaboradas a partir de esos resultados.

Notas breves

Recoge trabajos que supongan una información puntual importante para el conocimiento o conservación del medio natural albacetense, o que sean de interés para otras investigaciones. Aunque no aporten una discusión de los datos aportados, se considera interesante darlos a conocer a la comunidad científica.

Prontuario de la naturaleza albacetense

Se recopilan citas de importancia para un mejor conocimiento del medio natural provincial, dignas de reseñar por diferentes motivos (rareza, fecha, nuevos hábitats o áreas de distribución, etc.). También tienen cabida en esta sección las referencias a fósiles, formaciones tectónicas y fenómenos geológicos que no hayan sido citados con anterioridad y sean dignos de destacar, así como cartografías detalladas o generales de la provincia de Albacete y aledaños. Pueden ir acompañadas de fotografías, figuras y mapas de localización.

Reseñas bibliográficas

Se publican referencias de libros publicados con contenido científico y relacionado con la provincia de Albacete y su ámbito geográfico próximo.

In memoriam

Es tradición del IEA hacer *in memoriam* de los miembros del mismo que fallecen. Se recogen aquí aquellos referentes a miembros vinculados a las áreas de ciencias naturales.

	Envíos abiertos	Indexados	Revisión por pares
Artículos	X	X	X
Notas breves	X	X	X
Prontuario	X		
Reseñas bibliográficas	X		
In memoriam	X		

3. FRECUENCIA DE PUBLICACIÓN

SABUCO se publica con periodicidad anual, en diciembre de cada año, tanto en papel como en versión electrónica. En papel se editan un bajo número de ejemplares, destinados principalmente a intercambios y bibliotecas. No se facilitan separatas a los autores. Al mismo tiempo se publica en la página web del IEA su versión digital con acceso libre y gratuito. Desde 2023 se establece la publicación digital individualizada (con su DOI correspondiente) de los artículos conforme son aprobados por el comité editorial.

4. PRESENCIA EN BASES DE DATOS, CATÁLOGOS Y DIRECTORIOS

SABUCO está incluida en DIALNET. Se encuentra en proceso de evaluación para ser incluida en la red de revistas indexadas de la FECYT.

5. POLÍTICA DE ACCESO

A través de su página web, la revista ofrece acceso abierto, inmediato y gratuito a sus contenidos. Cualquiera que utilice dichos contenidos deberá citarlos en todo momento como fuente original.

6. CÓDIGO ÉTICO

SABUCO sigue las recomendaciones del *Committe on Publication Ethics* (COPE) <https://publicationethics.org/>

- **DE LOS AUTORES**

- **Presentación.** Los autores deberán comprometerse a redactar sus trabajos según las normas publicadas por la revista.

- **Originalidad.** Los textos presentados para su publicación serán originales e inéditos. Cuando una parte proceda de otros trabajos, estos deberán ser convenientemente citados. Ninguna parte del trabajo habrá sido publicada antes ni estará inmersa en otro proceso de publicación.
 - **Repetición de ideas y conclusiones.** El autor se compromete también a no repetir tesis y resultados de otro u otros trabajos suyos ya publicados. La aportación repetitiva no es considerada ética.
 - **Fuentes.** Deben de ser reseñadas adecuadamente según las reglas establecidas por la revista para facilitar su comprobación.
 - **Autores.** Figurarán citados todos los que hayan participado en el trabajo.
 - **Financiación.** Indicarán si han recibido algún tipo de ayuda económica para realizar el trabajo y, de ser afirmativo, la institución de procedencia.
 - **Novedad, importancia y actualidad.** Los trabajos serán de interés para la comunidad científica y con un impacto social, práctico o académico, presumible.
 - **Validez científica.** Su calidad y rigor metodológico deben estar suficientemente contrastadas.
- **DE LOS EDITORES**
 - **Reserva en la información.** El consejo editorial mantendrá, individual y colectivamente, absoluta reserva sobre el proceso de publicación y sus protocolos. La confidencialidad será plena.
 - **Plazos.** Los editores de SABUCO se comprometen a respetar los plazos fijados en el proceso de publicación.
 - **DE REVISORES**
 - **Compromiso.** Asumen revisar, valorar y evaluar los artículos de modo que sus observaciones ayuden al autor a mejorar su trabajo. No harán juicio subjetivo alguno sobre los autores.
 - **Plazos.** Se comprometen a respetar los plazos establecidos para la revisión de los artículos, pues de ello depende que la revista cumpla sin retrasos su frecuencia de publicación anual.
 - **Confidencialidad.** Los textos originales o los revisados adecuándolos al estilo y formato exigidos por SABUCO son confidenciales y solo serán manejados por los revisores designados por la revista.

- **Conflicto de intereses.** Informarán al consejo editorial de la existencia de posibles conflictos de intereses que les impidan evaluar objetiva e imparcialmente el artículo.

7. SOBRE EL PLAGIO

El consejo editorial de la revista SABUCO exige en su código ético trabajos originales e inéditos. Es labor de los revisores y del editor científico velar porque los artículos que solicitan su publicación cumplan esta norma. Para ello, de entrada, todos los artículos recibidos se analizarán con las herramientas y medios necesarios y los resultados serán valorados atendiendo a la reiteración de contenidos no originales.

8. EVALUADORES DE LOS NÚMEROS 15 (2021), 16 (2022) Y 17 (2023)

- Alejandro Santiago
(Jardín Botánico de Castilla-La Mancha) N.º 15
- Ana Teresa Moreno Escámez
(Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra) N.º 16 y N.º 17
- Arturo Valdés
(Universidad de Castilla-La Mancha) N.º 16
- Blas Molina
(Seo/BirLife) N.º 15
- Carlos Illana
(Universidad de Alcalá de Henares) N.º 17
- Concepción Raya
(Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía) N.º 17
- Covadonga Viedma
(Generalitat Valenciana) N.º 17
- Daniel Moya
(Universidad de Castilla-La Mancha) N.º 15 y N.º 16
- Domingo Blanco Sidera
(Sociedad Micológica de Albacete) N.º 16
- Emilio Blanco Castro
(Universidad Europea Madrid) N.º 15

- Félix Torres
(Universidad de Salamanca) N.º 15
- Francisco de Paula Molina Fuentes
(Estación Biológica de Doñana, CSIC) N.º 17
- Francisco Robledano
(Universidad de Murcia) N.º 15 y N.º 16
- Gerardo López Castillo
(Consejería de salud y familias. Junta de Andalucía) N.º 16
- Guillermo García-Sahuco
(Jardín Botánico de Castilla-La Mancha) N.º 17
- Ignasi Bartomeus
(Estación Biológica de Doñana, CSIC) N.º 17
- José Fajardo
(Universidad popular de Albacete) N.º 16
- José Antonio Gil-Delgado
(Universidad de Valencia) N.º 17
- José Antonio Franco Leemhuis
(Universidad Politécnica de Cartagena) N.º 15
- José Félix Mateo
(Consejería de Desarrollo Sostenible, Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha)
- Juan José Martínez Sánchez
(Universidad Politécnica de Cartagena) N.º 15
- Luz María Centeno
(Universidad de Salamanca) N.º 15
- Manuel Macía
(Universidad Autónoma de Madrid) N.º 16
- Miguel Ángel Copete Carreño (Universidad de Castilla-La Mancha)
N.º 16
- Pedro Sánchez Gómez
(Universidad de Murcia) N.º 16
- Simone Santoro
(Estación Biológica de Doñana, CSIC) N.º 17
- Vanessa Oliveira Brito
(Universidad de Valencia) N.º 16

NORMAS DE PUBLICACIÓN

FORMATO

Los trabajos enviados para su publicación en las secciones de artículos y notas breves deben presentarse con el siguiente formato:

- Tamaño A4
- Tipo de letra Times New Roman 12 puntos
- Interlineado 1,5
- Márgenes laterales de 3 cm y superior e inferior de 2,5 cm

Para facilitar el cumplimiento de las normas de publicación es aconsejable el uso de la plantilla de normas de publicación, disponible en el siguiente enlace: https://www.iealbacetenses.com/files/portalcontenidos/168/documentos/plantilla_para_manuscritos.doc

NOMBRES VERNÁCULOS Y CIENTÍFICOS

Los nombres vernáculos de las especies biológicas deben escribirse en minúsculas y siguiendo los criterios habituales en los diferentes campos de la biología.

La primera vez que se nombre en el texto una especie, debe designarse por su nombre común (si procede) seguido del nombre científico, sin paréntesis, incluyendo autoría. En las siguientes ocasiones que se cite la misma especie se designará solo por el nombre común. En el caso de especies que no tengan un nombre común aceptado de forma general, se utilizará siempre el nombre científico, completo la primera vez, abreviando el género y sin autoría en las siguientes.

CIFRAS

Las cifras se escribirán separando los decimales con una coma. No se hará ninguna separación con comas ni puntos en la parte entera. Cuando un número entero sea de cuatro cifras se pondrán seguidas, sin ninguna separación. A partir de cuatro cifras se agruparán de tres en tres, a partir de la derecha (unidades), separando los grupos por un espacio. Ejemplos: 16,56; 2019; 5246,398; 78 235; 15 129 234.

FIGURAS

Todas las ilustraciones y el material gráfico se entregarán en soporte digital y en formato TIFF o JPEG, independientes del resto del documento. Los cuadros, mapas, gráficos, figuras, etc., deberán ser originales y se presentarán perfectamente rotulados. Se recomienda que las fotografías sean de la máxima calidad posible. Todas las figuras (incluidas fotografías, dibujos, mapas y gráficas) irán numeradas, consecutivamente según el orden en el que se citen en el texto, con cifras arábigas, y llevarán un breve pie o leyenda. Todos los pies de las figuras irán en una hoja aparte y en el caso de los dibujos y fotografías debe figurar siempre el nombre del autor o autores. Se indicará claramente el lugar aproximado de su colocación en el texto.

TABLAS

Se añadirán aparte del texto, una tabla por página. Se procurará que las tablas sean lo más sencillas posible. Se numerarán con cifras arábigas, y cada tabla incluirá su pie en la misma hoja. Se indicará en el texto el lugar aproximado de su colocación.

ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS

Los trabajos presentados como artículos deberán atenerse a la siguiente estructura básica:

Página de título

Debe incluir: título del trabajo (en castellano y su traducción al inglés), nombre completo de los autores y su centro de trabajo, correo electrónico de autor para correspondencia. Además deberá hacerse constar la fecha de envío.

Resumen

No ha de superar 250 palabras, redactado en castellano e inglés y seguido de un máximo de siete palabras clave en castellano e inglés. Las palabras clave, ordenadas alfabéticamente, no deben aparecer en el título del trabajo.

El resumen debe incluir de manera concisa el contenido del artículo. Debe ser informativo y no sólo indicar el alcance general del artículo, sino también los objetivos, las metodologías utilizadas y los principales resultados y conclusiones obtenidos.

A continuación, los diversos apartados del trabajo numerados con cifras arábigas separadas por puntos, comenzando con 1 para la introduc-

ción. Todos los títulos de los apartados principales irán en mayúsculas y negrita. Los títulos de los subapartados, si los hay, irán en minúsculas y negrita. Si hay un tercer nivel de apartados se pondrá en minúsculas, negrita y cursiva.

No deben numerarse los apartados de Agradecimientos y Bibliografía.

Ejemplo:

Página de título

RESUMEN

Palabras clave

ABSTRACT

Key words

1. INTRODUCCIÓN

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

2.1.1. Orografía

2.1.2. Clima

2.2. Metodología

3. RESULTADOS

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

Estos apartados deben ceñirse a los siguientes contenidos:

- **Introducción**

Debe situar brevemente el trabajo en el contexto actual y pasado del tema en cuestión, abordando la naturaleza y alcance del mismo, siempre basado en un apoyo bibliográfico, así como recoger cuáles son sus objetivos. Las referencias citadas deben elegirse cuidadosamente para suministrar los antecedentes más importantes.

- **Material y métodos**

En este apartado deben exponerse con suficiente detalle y claridad los procedimientos utilizados en el trabajo e incluir la metodología para que se pueda reproducir el trabajo desarrollado. Cuando un manuscrito haga referencia a un área de estudio concreta, se realizará una descripción de la zona, incluyéndose como una sección en este apartado. Se describirán tanto los materiales como el método utilizado y las referencias en las que esté basada la metodología.

- **Resultados**
Se deben exponer con claridad y sin especulaciones los resultados obtenidos ya que representan los conocimientos novedosos que aporta la investigación. Puede apoyarse en tablas y figuras, procurando que sean lo más explícitas posible y no sean repetitivas.
- **Discusión y conclusiones**
En este apartado se deben presentar las relaciones y consecuencias que aportan los resultados presentados en el apartado anterior, debatiendo las posibles interpretaciones y extrayendo las principales conclusiones. También puede relacionarse con resultados e interpretaciones de trabajos anteriormente publicados o incluir posibles aplicaciones prácticas del trabajo junto con futuras líneas de investigación.
- **Agradecimientos**
Deben ser breves. Se recomienda que los artículos indiquen la información sobre las entidades financiadoras que respaldan la investigación presentada.
- **Bibliografía**
Toda la bibliografía citada en el texto debe figurar en este apartado y todas las referencias que figuren en ella se deben mencionar en algún pasaje del texto. La bibliografía se incluirá al final del texto, ordenada alfabéticamente, con sangría francesa de 1,25 cm, y ajustándose a las normas que se especifican a continuación. Se debe suministrar el identificador DOI (*Digital Object Identifier*) para cada referencia cuando sea posible.

Normas para las citas bibliográficas

Las citas bibliográficas deben reseñarse en forma de referencias en el texto, nunca como citas a pie de página. El estilo de citas bibliográficas adoptado es el de *Harvard System of Referencing* (<https://library.aru.ac.uk/referencing/harvard.htm>).

Las referencias bibliográficas dentro del texto aparecerán de la siguiente manera:

- Para casos de un solo autor: (Blanco, 2011)
- Para dos autores: (Verde y Fajardo, 2007)
- Para tres autores o más: (Sanz *et al.*, 2011)

Si el nombre del autor o autores forma parte del texto, solo se pondrá el año entre paréntesis. Por ejemplo: “En la provincia de Albacete, Verde y Fajardo (2007) reconocen tres subespecies...”

En el texto del manuscrito las referencias se harán en orden cronológico (Verde y Fajardo 2007; Blanco, 2011; Sanz *et al.* 2011).

Cuando se trate de un trabajo no publicado deberá acompañar a la cita bibliográfica la abreviatura inéd., o en prensa, en su caso. En el caso de observaciones o comentarios personales no se citarán en la bibliografía, solamente se reseñarán en el texto con el nombre de la persona y la abreviatura com. pers., por ejemplo: “(C. López com. pers.)”; o bien “C. López (com. pers.) encuentra que...”

En el apartado de Bibliografía, las referencias se ordenarán alfabéticamente y cronológicamente para cada autor, según las pautas siguientes, sin distinguir en el orden el tipo de referencia:

Libros o monografías

Fajardo, J., Verde, A., Rivera, D., y Obón, C. (2000). *Las plantas en la cultura popular de la provincia de Albacete*. Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”. Albacete. 266 pp.

Capítulos de libros

Güemes, J. y Sánchez Gómez, P. (2015). *Pistacia* L. En Muñoz Garmendia, F., Navarro, C., Quintanar, A. y Buirra, A. (eds.), *Flora iberica* 9: 99-106. Editorial CSIC, Madrid.

Artículos

Blanco, D. (2011). Depredación por ofidios en cajas-nido para aves insectívoras. *Sabuco*, 8: 255-260.

Gómez Navarro, J. (2001). Contribución al estudio de la flora pteridofítica del extremo nororiental de la provincia de Albacete. *Sabuco*, 1: 181-216.

Sanz, D., Castaño, S., Cassiraga, E., Sahuquillo, A., Gómez-Alday, J. J., Peña, S., y Calera, A. (2011). Modeling aquifer–river interactions under the influence of groundwater abstraction in the Mancha Oriental System (SE Spain). *Hydrogeology journal*, 19 (2): 475-487. <https://doi.org/10.1007/s10040-010-0694-x>

Referencias bibliográficas tomadas de internet

Deben incluir, con carácter general, los mismos datos que las publicaciones en papel. Se añadirán los siguientes datos:

Nombre del autor, o acrónimo de la web (Fecha). Título de la web general. Disponible en: Dirección URL. Entre corchetes, la fecha de la consulta.

IPNI. (2019). International Plant Names Index (IPNI). Disponible en: [Último acceso 20/11/2019].

ESTRUCTURA DE NOTAS BREVES

Seguirán las mismas normas generales en cuanto a envío y formato. Tendrán una extensión máxima de ocho páginas. La estructura básica será:

- Página de título (similar a los artículos)
- Resumen en castellano (máximo 100 palabras) e inglés
- Palabras clave en castellano (máximo de 7) e inglés
- Texto (sin apartados)
- Agradecimientos
- Bibliografía

Se admitirán figuras o tablas siempre que no supongan mayor extensión de la indicada.

CITAS PARA EL PRONTUARIO

Las citas para el Prontuario de la Naturaleza Albacetense deben enviarse correo electrónico a la siguiente dirección: prontuariosabuco@iealbacetenses.com. Deben incluir localización geográfica, fecha, hábitat, autores de la cita, especie y nº de individuos, tipo de fenómeno geológico si es el caso, breve justificación de la importancia de la cita para ser publicada. Para las especies amenazadas o en peligro de extinción Sabuco se reserva de publicar el grado de precisión de su localización. Puede utilizarse la plantilla para el prontuario, descargable en el siguiente enlace:

https://www.iealbacetenses.com/files/portalcontenidos/168/documentos/plantilla_cita_prontuario.docx

Índice

ARTÍCULOS

Cambios ambientales y variaciones del nivel del mar en el Cretácico Superior del Prebético Externo de Albacete (Chinchilla de Montearagón)

Environmental changes and sea level variations in the Upper Cretaceous of the External Prebetic of Albacete (Chinchilla De Montearagón)

Matías Reolid, Mario Sánchez-Gómez, David Sanz..... 5-22

Las rosas antiguas en la provincia de Albacete, un patrimonio biocultural en recuperación a través de ciencia ciudadana

Historical roses in the province of Albacete: a biocultural heritage under recovery through citizen science

Alonso Verde, Diego Rivera, José Luis Escobar, Rodrigo Roldán, José Fajardo, Arturo Valdés, Segundo Ríos, Concepción Obón, Pedro Sánchez-Gómez, José Luis Cánovas, Emilio Laguna, José R. Ruiz..... 23-58

Aportación al conocimiento del musgaño de Cabrera (*Neomys anomalus* Cabrera, 1907) en la cuenca del Segura albacetense

Contribution to knowledge of Mediterranean water shrew (*Neomys anomalus* Cabrera 1907) in the Segura basin of Albacete

Lucas de las Heras Gómez, Javier Selva Sánchez 59-70

Fuentes nectaríferas y poliníferas de tres especies de *Volucella* (geoffroy) (*Diptera*, *Syrphidae*) de los cardales del macizo Cazorla-Segura-Alcaraz (España)

Nectariferous and polliniferous sources of three species of *Volucella* (Geoffroy) (*Diptera*, *Syrphidae*) from the cardales of the Cazorla-Segura-Alcaraz massif (Spain)

José Lara Ruiz..... 71-78

Laguna de los ojos de Villaverde: una aproximación a la variabilidad hidrológica y química

Ojos de Villaverde lake: An approach to the hydrological and chemical variability

Jesús Pozo..... 79-114

Balance de carbono comarcal: provincia de Albacete

Carbon balance at the district level: province of Albacete

Gloria M^a Pérez-Bustos Muñoz 115-134

NOTAS BREVES

El filtro verde de La Gineta (Albacete): área de paso, cría e invernada para aves limícolas (Orden: Charadriiformes)

La Gineta (Albacete) green filter: migration, breeding and wintering area for shorebirds (Order: Charadriiformes)

Noé Cuesta Ortiz..... 137-146

Presencia de nutria europea (*Lutra lutra* Linnaeus 1758) en el término municipal de Socovos (Albacete)

Presence of european otter (*Lutra lutra* Linnaeus 1758) in the municipality of Socovos (Albacete)

Elsa García i Sánchez..... 147-154

PRONTUARIO

Prontuario de la naturaleza albacetense

Arturo Valdés Franzi, José Gómez Navarro, Domingo Blanco Sidera, Juan Picazo Talavera 155-176

POLÍTICA EDITORIAL 177-182

NORMAS DE PUBLICACIÓN 183-188



DIPUTACIÓN
DE ALBACETE

ISSN: 1577-2969



9 771 577 296 004 1 8