

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

**Las comunidades de odonatos y su relación
con el hidropериодо en lagunas temporales
del LIC de Lagunas de los Oteros en la
provincia de León.**

**The odonate communities and their
relationship with the hydroperiod in
temporary ponds of the LIC of Lagunas de
los Oteros in the province of León.**

Autor: Christian Infante Álvarez

Tutor: Francisco García Criado

GRADO EN BIOLOGÍA

Julio, 2022

ÍNDICE

1- Introducción.....	1
2- Objetivos.....	3
3- Metodología.....	4
3.1 Área de estudio.....	4
3.2 Trabajo de campo.....	7
3.2.1 Muestreo de adultos.....	7
3.2.2 Muestreo de exuvias.....	8
3.2.3 Datos de estudios precedentes.....	8
3.3 Tratamiento de datos.....	8
4- Resultados.....	9
4.1 Inventario de especies.....	9
4.2 Patrones de riqueza local, regional y heterogeneidad.....	12
4.2.1 Riqueza local y regional.....	12
4.2.2 Heterogeneidad.....	13
4.3 Relación entre hidroperiodo y composición taxonómica.....	13
4.4 Relación entre hidroperiodo y riqueza.....	16
5- Discusión.....	16
6- Conclusiones.....	21
7- Bibliografía.....	22
Anexo.....	28

Resumen

Se pretende describir las comunidades de odonatos presentes en las lagunas temporales del LIC de Lagunas de los Oteros en la provincia de León. El estudio se basó en dos conjuntos de datos obtenidos independientemente: exuvias e imagos. A partir de un muestreo de exuvias, se intentó dilucidar si el hidroperiodo es un factor determinante para estas comunidades, para lo que se utilizaron análisis de clasificación y de correlación con las exuvias recolectadas. La riqueza obtenida para todas las lagunas del estudio fue de veintiuna especies, diez a partir de las exuvias y diecinueve en el caso de los adultos, siendo *Lestes barbarus*, *Lestes dryas*, *Sympetrum sanguineum* y *Sympetrum striolatum* las especies dominantes de la comunidad. Se comprobó, mediante la diversidad β de Whittaker, que las diferencias en la composición taxonómica entre hidroperiodos fueron mayores en los estadios juveniles (exuvias) que en los imagos, algo que no es de extrañar dada la elevada capacidad de dispersión de los imagos. Por último, a partir del análisis de correlación se determinó que existe una relación positiva entre el aumento del hidroperiodo y el aumento de riqueza de especies, tanto de exuvias como de imagos.

Abstract

It is intended to describe the odonate communities in the temporary ponds of the LIC of Lagunas de los Oteros in the Province of León. The study was based on two independently obtained data sets: exuviaes and imagoes. From a sampling of exuviaes, an attempt was made to elucidate whether the hydroperiod is a determining factor for these communities, for which classification and correlation analyzes were used with the collected exuviaes. The richness obtained for all the study ponds was twenty-one species, ten from the exuviaes and nineteen in the case of adults, with *Lestes barbarus*, *Lestes dryas*, *Sympetrum sanguineum* and *Sympetrum striolatum* being the dominant species of the community. Using Whittaker's β diversity, it was found that the differences in taxonomic composition between hydroperiods were greater in the juvenile stages (exuviaes) than in the imagoes, something that is not surprising given the high dispersal capacity of the imagoes. Finally, from the correlation analysis it was determined that there is a positive relationship between the increase in the hydroperiod and the increase in species richness, both exuviaes and imagoes.

Palabras clave: odonatos, exuvia, lagunas temporales, composición taxonómica, hidroperiodo y diversidad β .

Keywords: odonates, exuvia, temporary ponds, taxonomic composition, hydroperiod and β diversity.

1. INTRODUCCIÓN

Las lagunas temporales son medios acuáticos caracterizados por alternar en el tiempo periodos de inundación y de desecación que son condicionantes del desarrollo de las comunidades acuáticas que en ellas habitan (Knight, 2000), y suelen mantener la lámina de agua 4 meses o más a lo largo del año (Biggs *et al.*, 2017). En España la totalidad de las lagunas temporales salvando algunas excepciones son endorreicas de tipo temporal mediterráneo, un hábitat natural muy frágil y amenazado que ha sido objeto de diversas investigaciones internacionales (Fraga y Arguimbau, 2008). Estos ecosistemas que están considerados de interés prioritario para su conservación en la Unión Europea (Consejo de Europa, 1992), tienen a menudo una fauna de invertebrados peculiar y constituyen manchas de diversidad insustituible en, por ejemplo, zonas esteparias de la península ibérica, por ello son importantes en conservación (García, 2005).

De entre los numerosos grupos de invertebrados que habitan en las lagunas, el de los odonatos cuenta actualmente con 5952 especies en el planeta, las cuales se reparten en 30 familias y 652 géneros (Dijkstra *et al.*, 2013). A día de hoy se contabilizan 79 especies de odonatos en la península ibérica y baleares (Torralba-Burrial *et al.*, 2013). Los integrantes de este grupo son insectos hemimetábolos que poseen tres etapas en su ciclo de vida: huevo, ninfa y adulto (Ramírez, 2010). Las ninfas de los odonatos habitan en una gran variedad de cuerpos de agua dulce desde ríos hasta lagos, incluso en el agua que se acumula en los huecos de árboles, en paredes humedecidas por cascadas o en plantas epífitas (Bick y Corbet, 1963; Watson, 1982; Fincke, 1984). Esta gran variedad de hábitats refleja el éxito ecológico y evolutivo de este grupo a pesar de su pequeño número de especies (Bybee *et al.*, 2016). La fase de adulto es más independiente del medio acuático, está más que reconocida la gran capacidad de dispersión de los adultos respecto al lugar en el que emergen, indiferentemente de si se trata de ejemplares hembra o macho dada su enorme capacidad de vuelo (Gómez-Anaya, 2000; Torralba-Burrial y Ocharan, 2006). Además, esta capacidad de dispersión es aún mayor en ecosistemas mediterráneos antropizados (Harabiš y Dolný, 2010), entre los que cabe incluir buena parte de los humedales de la península ibérica. Los adultos se encuentran activos principalmente durante el día y en general se sitúan cerca de cuerpos de agua o bosques (Louton, 1996; Suhling *et al.*, 2015), pero dada su ya antes mencionada enorme capacidad de dispersión, su presencia en el entorno de una laguna puede ser meramente circunstancial, por ejemplo, al estar de paso sin que indique una preferencia por el tipo de hábitat. Incluso se

pueden encontrar en lagunas especies que, tanto en sus fases juveniles como adultas, son características de ambientes lóticos (observación personal).

La pérdida y degradación del hábitat es una de las principales causas de la crisis de biodiversidad (Almond *et al.*, 2020). La variación de las condiciones ambientales que determinan la calidad de los hábitats lleva en muchos casos a la extinción local de especies (Santos y Tellería, 2006). De entre los muchos factores ambientales existentes en este tipo de ambientes leníticos, el hidroperiodo es uno de los que puede influir en las comunidades de odonatos (Sánchez, 2018), y los cambios drásticos en las variables ambientales, entre las que se incluye este, son considerados perturbaciones en los ecosistemas de agua dulce, las cuales repercuten sobre los procesos ecológicos alterándolos (Dorji, 2014; Kohlmann *et al.*, 2015; Da Silva *et al.*, 2016).

Los odonatos son un grupo que atrae al público y en el ámbito de la conservación cada vez recibe más atención. Ocharan (2008) afirma que entre otras cosas pueden actuar como especie paraguas para la conservación de otras, al igual que Clausnitzer *et al.* (2011). Por otra parte, desempeñan un papel destacado en la configuración de la comunidad de invertebrados por su papel depredador. Esto es de especial relevancia en lagunas temporales en las que, en ausencia de los peces, los grandes invertebrados depredadores se convierten en la cúspide de la cadena trófica. Son depredadores activos de dípteros entre otros, sobre todo depredan sobre mosquitos (Fincke *et al.*, 1997; Palacino *et al.*, 2017), vectores de enfermedades causantes de una gran mortalidad en humanos (Ulloa-García *et al.*, 2019), y también depredan insectos que pueden ser plagas o actuar como vectores de enfermedades vegetales (Zwick, 2001).

En el momento en el que termina la transición de la vida acuática como ninfa a la vida adulta de insecto volador, el rastro que deja esta transición es la exuvia, es decir, la muda de la última fase de ninfa de cuyo interior sale el adulto ya formado pero inmaduro (Foster *et al.*, 2004).

Es sabido que las ninfas de odonatos están muy ligadas al medio acuático hasta el punto en que pueden ser utilizadas como indicadores del estado de los ecosistemas acuáticos (von Ellenrieder *et al.*, 2007). Por esa razón, son las seleccionadas como objeto de estudio en estudios ecológicos o de hábitat. Existe la opción de estudiar ninfas o exuvias. Las exuvias son de especial utilidad tanto para el estudio de odonatos como del resto de artrópodos ya que constituyen la evidencia de que la especie ha sido capaz de completar su desarrollo en el enclave en cuestión, en cambio, la presencia de ninfas no asegura que vayan a llegar a la fase

adulto. Además en los últimos años gracias a la mejora y publicación de claves se ha facilitado notablemente su identificación. Según Frank *et al.* (2015) exuvias y ninfas aportan una gran cantidad de información sobre la ecología de las especies, además los adultos dada su elevada capacidad de dispersión pueden aparecer en lagunas poco adecuadas para las mismas.

De las 79 especies de odonatos presentes en la península ibérica y las Islas Baleares en concreto en la provincia de León se sabe de la existencia de 43 especies, 21 pertenecientes a Zygoptera y 22 a Anisoptera, sin embargo, en la actualidad el conocimiento sobre odonatos de la península ibérica es muy desigual según las regiones, buena parte de la meseta norte presenta un elevado desconocimiento de este grupo de insectos, incluyendo la provincia de León (Prunier *et al.*, 2015), por lo que no se tiene muchos conocimientos sobre la composición taxonómica y la dinámica espacio-temporal de estas comunidades de odonatos, ni tampoco sobre qué factores pueden afectar a las mismas en estas zonas. Los pocos trabajos que dan datos sobre los odonatos de la provincia de León lo hacen de forma superficial, como el de Torralba-Burrial y Ocharan (2007) que se centra más en la odonofauna aragonesa, el de Verdú *et al.* (2011) que va dirigido exclusivamente a las especies en peligro o el de Vilariño *et al.* (2015) que se centra en las especies de odonatos amenazadas de todo Castilla y León.

Por todo lo mencionado anteriormente, se estudiarán los odonatos del LIC (Lugar de Interés Comunitario) de lagunas de Los Oteros para contribuir al conocimiento faunístico de este espacio protegido, un medio (lagunas temporales esteparias) escasamente estudiado, partiendo del estudio de fases juveniles (especies que completan el ciclo en la laguna) y adultos. Los datos se tomarán de forma que no se dañe a los ejemplares ni se afecte a la estructura de las comunidades, ya que el estudio de exuvias es incruento, no requiere matar individuos (igual que el de adultos).

2. OBJETIVOS

De forma general, esta investigación pretende contribuir al conocimiento de la fauna de odonatos en un espacio de interés en conservación, el LIC de Lagunas de los Oteros, que destaca por la presencia de un hábitat de características peculiares y considerablemente amenazado: las lagunas esteparias temporales. Se trabaja con dos fases del ciclo vital: los

adultos y los juveniles (ninfas), estos últimos estudiados a través de las exuvias. En particular, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Elaborar un inventario de las especies que utilizan o visitan las lagunas del LIC, con distinción entre fases juveniles (estrechamente ligadas al medio acuático) y adultos (cuya presencia, dada su capacidad de dispersión, responde a otros rasgos del entorno y cuenta además con un componente aleatorio).
- Comprobar si existen diferencias entre lagunas en riqueza y composición taxonómica, partiendo de los patrones de riqueza local, regional y de la heterogeneidad. Dado que la respuesta puede diferir, se aborda el objetivo de forma independiente para imagos y para juveniles (exuvias).
- Comprobar si las diferencias entre lagunas en la comunidad se corresponden con diferencias en el hidroperiodo, centrando la atención en dos rasgos de la comunidad: composición taxonómica y riqueza.

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

El LIC de Lagunas de los Oteros tiene un área de 41,27 km² y unas coordenadas geográficas de localización 42,269742, -5,326373, éste incluye un total de 44 lagunas de las que se han muestreado ocho: Los Adobes, Retuerta, Linos, Grande y La Raya próximas a la localidad de Valverde-Enrique; la laguna Amor próxima a la localidad de Albires y una de las lagunas de Valdecarros y la charca de La Marne próximas a la localidad de Matanza de los Oteros (Fig. 1).



Figura 1. Mapa que destaca de color rojo el área ocupada por cada una de las lagunas estudiadas y arriba a la izquierda la localización del LIC.

Las lagunas del LIC tienen unas características similares, son temporales y someras, están más o menos cerca unas de otras y el terreno que las rodea es llano y compuesto en su mayoría por plantaciones agrícolas de secano. Además, en todas están presentes las mismas especies vegetales en mayor o menor proporción. Varían sobre todo en la proporción de la superficie ocupada por cada biotipo de planta (Tabla 1), en general están dominadas por helófitos de las especies *Schoenoplectus lacustris*, *Eleocharis palustris subsp. palustris* y *Agrostis stolonifera* e hidrófitos de varios géneros destacando *Drepanocladus aduncus* y algunas especies del género *Ranunculus*. De especial interés en este estudio son las diferencias en un rasgo potencialmente relevante: la duración de la lámina de agua (el hidroperiodo). En base a su hidroperiodo se clasificó a las lagunas en tres clases según el tiempo que mantuvieron agua el año de muestreo: casi-permanentes las que mantenían la lámina de agua a finales de julio y estaban secas a finales de agosto (Linos y Amor); temporales (Fig. 2) las que tenían lámina de agua a finales de junio pero estaban secas en julio (Grande, Adobes, La Marne y La Raya); y muy temporales las que estaban secas ya a finales

de junio (Retuerta y Valdecarros). Realmente el rango de hidroperiodos (Tabla 1) en el estudio es relativamente estrecho, y se ha dividido en estas tres categorías todo ello con el fin de indicar que la lámina de agua permanece menos tiempo en unas que son más temporales que en otras que lo son menos. Aun así, las diferencias podrían ser relevantes dado que las más temporales pueden impedir completar el ciclo a especies que sí podrían en las menos temporales.

Tabla 1. Características diferenciales de las lagunas del estudio. En la primera columna aparecen los nombres de cada laguna, en la segunda columna se refleja la profundidad máxima alcanzada por cada laguna en cada periodo de muestreo y en la tercera columna se aportan datos generales sobre el tipo de vegetación y la cobertura de la misma.

Laguna	Profundidad en		Vegetación
	Junio/julio/agosto		
Los Adobes	50/0/0		Mayor parte de la superficie ocupada por helófitos de porte alto y presencia de hidrófitos muy baja.
Retuerta	0/0/0		Superficie cubierta por helófitos de elevado porte salvo pequeñas zonas en los bordes ocupadas por hidrófitos secos.
Linós	60/35/0		Superficie ocupada por helófitos de elevado y medio porte, y por hidrófitos repartidos ambos equitativamente.
Grande	60/0/0		Mayor parte de la superficie cubierta por hidrófitos y el resto por helófitos de portes desde elevados a bajos.
La Raya	40/0/0		Helófitos de portes altos en su mayoría y también bajos en un gran porcentaje de la superficie de la laguna y el resto ocupado por hidrófitos.
Amor	70/60/0		Mayor parte de la superficie ocupada por hidrófitos y núcleos separados de helófitos de porte elevado.
La Marne	25/0/0		Mayor parte de la superficie cubierta por hidrófitos y el resto por helófitos de bajo porte.
Valdecarros	0/0/0		Toda la superficie cubierta de helófitos de elevado porte.



Figura 2. Fotografías en las que se ven diferencias entre los meses de junio (arriba) y julio (abajo) en la laguna de La Marne (temporal), consecuencia de la pérdida de la lámina de agua.

3.2. Trabajo de campo

Se muestreó cada laguna en junio, julio y agosto de 2021. En cada laguna se realizaron dos tipos de procedimientos: muestreo de exuvias por un lado y de adultos por otro. A la par que se muestreaban exuvias y adultos se tomaron datos en cada laguna de cobertura vegetal y tipo de vegetación por laguna y también de la presencia o no de agua y la profundidad máxima en cada una de las tres épocas en las que se realizó el muestreo.

3.2.1. Muestreo de adultos. Se bordeó cada laguna dos veces a una distancia de 5 m de la orilla buscando odonatos a ambos lados de la línea de marcha y se realizaron transectos atravesándola ya que gran parte de los odonatos prefieren la zona central más protegida y con agua como se observó en la mayoría de las lagunas durante el muestreo. Los ejemplares eran o bien identificados de visu o, en su defecto, capturados con una manga entomológica e identificados en mano, siempre hasta nivel de especie, utilizando un manual de identificación de campo (Dijkstra, 2014). Posteriormente eran liberados.

El esfuerzo de muestreo para adultos fue de una hora por laguna en cada una de las tres campañas, fue llevado a cabo por una o dos personas dependiendo de la campaña. Cuando han participado dos investigadores, ambos han actuado como recolectores e identificadores, y el esfuerzo de muestreo ha sido idéntico independientemente del número de investigadores que lo realizasen.

3.2.2. Muestreo de exuvias. La exuvia retiene las características de la última fase larvaria y, por eso, se ha utilizado para identificar especies. El muestreo se llevó a cabo prospectando la vegetación del entorno de la laguna, realizando transectos y también rodeando los bordes y lindes de cada laguna para buscar en vegetación de diferentes alturas y diámetros, que estuviesen tanto dentro como fuera del agua. Las exuvias se recogían en botes de muestreo. El esfuerzo de muestreo se midió en tiempo de búsqueda y fue también de una hora por laguna y campaña y fue llevado a cabo por una sola persona.

Tras la fase de toma de muestras, se procedió a identificar las exuvias hasta nivel de especie en el laboratorio, con ayuda de una lupa binocular, pinzas entomológicas y manuales de claves de identificación especializados (Heidemann y Seidenbusch, 2002; Grand *et al.*, 2019; Conesa, 2021) en exuvias de odonatos.

3.2.3. Datos de estudios precedentes. El grupo de Limnología y Biotecnología Ambiental de la ULE (Universidad de León) dispone de datos no publicados de ninfas de odonatos procedentes de muestreos realizados previamente en lagunas del área de estudio. Cinco de ellas coinciden con las muestreadas en la presente investigación. Además, en aquel estudio, se prospectaron otros enclaves englobados en la cercana comarca de Los Payuelos, incluyendo también lagunas permanentes. Estos datos previos ayudan a comprobar la fiabilidad del muestreo de exuvias y, en general, para enmarcar los datos del presente estudio en una imagen global de las comunidades de odonatos de la zona.

3.3. Tratamiento de datos

Los datos de exuvias y de adultos se han tratado independientemente.

Se calculó la diversidad β de Witthaker como forma de cuantificar las diferencias en composición taxonómica (heterogeneidad) entre lagunas, empleando la fórmula:

$$S_{\beta} = S_{\gamma} / \bar{S}_{\alpha}$$

Donde S_β es la diversidad beta de Witthaker, S_γ es la diversidad gamma de las lagunas en conjunto, es decir, el número total de especies diferentes que hay teniendo en cuenta todas las lagunas seleccionadas y \bar{S}_α es la media de las diversidades alfa de cada laguna, siendo la diversidad alfa el número de especies que presenta la laguna. Se calculó la diversidad β para el total de lagunas tanto para exuvias como para adultos. La diversidad β global permite comprobar si el recambio de especies (las diferencias en composición taxonómica) es mayor para juveniles (datos de exuvias) o para adultos. La hipótesis es que los juveniles son sensibles a las características de la laguna (hidroperiodo) y, por lo tanto, la composición taxonómica debería diferir de unas a otras (o no si las lagunas son muy parecidas). Con los adultos, la elevada capacidad de desplazamiento y la inexistencia de vínculos tan fuertes con el hábitat, tendría como consecuencia una uniformización de comunidades.

Partiendo de los datos de imagos y exuvias por separado, para estimar si el hidroperiodo podía ser un factor determinante en la composición taxonómica de la comunidad, se realizó un análisis de clasificación con los datos de exuvias y otro con los de adultos utilizando el índice de similitud de Jaccard y el algoritmo UPGMA en el programa PAST (Hammer *et al.*, 1995).

A falta de datos precisos sobre duración del hidroperiodo (que deberían ser de un periodo de varios años) se ha recurrido a la profundidad como aproximación. Para ello, se ha calculado la profundidad media de cada laguna a lo largo del estudio. Para comprobar si existía relación entre el hidroperiodo (medido como profundidad media a lo largo del estudio) y la riqueza (tratando los datos de exuvias y adultos por separado), se recurrió a un análisis de correlación (coeficiente de correlación de Pearson). Previamente se había comprobado que los valores de riqueza y de profundidad tenían una distribución normal (test de Shapiro-Wilk). El análisis se realizó con el programa PAST (Hammer *et al.*, 1995).

4. RESULTADOS

4.1. Inventario de especies

Teniendo en cuenta sólo las exuvias, se obtuvieron ejemplares de *Lestes barbarus*, *Lestes dryas*, *Lestes sponsa*, *Lestes virens*, *Aeshna mixta*, *Sympetrum fonscolombii*, *Sympetrum meridionale*, *Sympetrum sanguineum*, *Sympetrum striolatum* y *Sympetrum vulgatum*. A

primera vista, el número de taxones detectados a través de las exuvias puede parecer bajo y poco diverso (concretado en muy pocos géneros) (Tabla 2).

Las especies más abundantes fueron *Sympetrum sanguineum* y *Sympetrum striolatum*. Es destacable también la elevada presencia de *Lestes barbarus*, *Lestes dryas* y *Lestes virens*. Hay lagunas que no tienen especies, como son Valdecarros, Retuerta y Los Adobes, las dos primeras con ausencia de agua desde el primer muestreo. Las tres en conjunto destacan por ser las más temporales del estudio. En cambio, Linos es la laguna que cuenta con más especies, ya que en ella aparecen las diez especies identificadas en el estudio en cuanto a los datos de exuvias (Tabla 2). Linos junto a Amor y La Raya son las lagunas que cuentan con un mayor número de especies, siendo las dos primeras las menos temporales del conjunto de lagunas estudiadas.

Tabla 2. Composición taxonómica de las lagunas según los datos de las exuvias recogidas en conjunto de las tres campañas de muestreo. Las cifras se corresponden con el número total de exuvias por laguna.

Especie	Linos	La Raya	Amor	La Marne	Grande	Valdecarros	Retuerta	Los Adobes
<i>Lestes barbarus</i>	9	2	3	0	0	0	0	0
<i>Lestes dryas</i>	14	3	7	0	0	0	0	0
<i>Lestes sponsa</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lestes virens</i>	4	2	3	0	0	0	0	0
<i>Aeshna mixta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	2	0	3	0	0	0	0	0
<i>Sympetrum meridionale</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sympetrum sanguineum</i>	9	3	12	7	3	0	0	0
<i>Sympetrum striolatum</i>	11	3	17	17	11	0	0	0
<i>Sympetrum vulgatum</i>	6	0	0	0	0	0	0	0

Teniendo en cuenta el muestreo de adultos (Tabla 3), se encontraron *Calopteryx xanthostoma*, *Lestes viridis*, *Sympecma fusca*, *Ischnura elegans*, *Ischnura graellsii*, *Ischnura pumilio*, *Coenagrion mercuriale*, *Coenagrion puella*, *Coenagrion scitulum*, *Anax imperator*, *Aeshna affinis*; además de ejemplares de *Lestes barbarus*, *Lestes dryas*, *Lestes sponsa*, *Lestes virens*, *Sympetrum fonscolombii*, *Sympetrum meridionale*, *Sympetrum sanguineum* y *Sympetrum striolatum*, que también se encontraron en el muestreo de exuvias.

Las especies más abundantes fueron *Lestes barbarus*, *Lestes dryas*, *Sympetrum fonscolombii*, *Sympetrum meridionale* y *Sympetrum striolatum*. Destacan sobre todo *Lestes barbarus* y *Lestes dryas*, y algo menos *Sympetrum meridionale* y *Sympetrum fonscolombii*. En el caso de los adultos no hay lagunas sin especies. Valdecarros y Retuerta son las que menos especies

acogen, mientras que Linos y Amor son las lagunas que cuentan con un mayor número de especies.

Tabla 3. Composición taxonómica de las lagunas según los datos de los adultos capturados e identificados en el conjunto de las tres campañas de muestreo. Las cifras se corresponden con el número total de adultos por laguna.

Especie	Linos	La Raya	Amor	La Marne	Grande	Valdecarros	Retuerta	Los Adobes
<i>Calopteryx xanthostoma</i>	0	2	0	0	1	0	0	0
<i>Lestes barbarus</i>	18	7	11	7	23	11	15	15
<i>Lestes dryas</i>	8	2	6	6	4	2	0	6
<i>Lestes sponsa</i>	0	0	1	1	1	9	0	0
<i>Lestes virens</i>	4	2	6	26	0	2	0	0
<i>Lestes viridis</i>	0	0	2	2	0	0	0	0
<i>Sympecma fusca</i>	2	0	4	0	0	0	1	1
<i>Ischnura elegans</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ischnura graellsi</i>	5	0	4	0	4	0	0	0
<i>Ischnura pumilio</i>	2	0	6	0	0	0	0	1
<i>Coenagrion mercuriale</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Coenagrion puella</i>	2	0	1	0	0	0	0	1
<i>Coenagrion scitulum</i>	2	0	10	0	1	0	0	0
<i>Aeshna affinis</i>	6	1	1	1	1	0	2	6
<i>Anax imperator</i>	3	0	2	5	1	1	0	0
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	2	12	1	0	5	0	6	3
<i>Sympetrum meridionale</i>	10	14	1	11	17	3	0	0
<i>Sympetrum sanguineum</i>	0	7	12	0	1	0	0	0
<i>Sympetrum striolatum</i>	1	0	10	0	2	0	2	4

En el conjunto del estudio, ha habido dos especies que bien por aparecer en casi todas las lagunas tanto en el muestreo de exuvias como en el de adultos, y por tener valores de abundancia elevados, podemos considerarlas dominantes en estas comunidades de odonatos, esas especies son *Sympetrum sanguineum* y *Sympetrum striolatum*, ambas pertenecientes a Anisoptera. También es destacable la presencia de otras dos especies, que en este caso pertenecen a Zygoptera, *Lestes barbarus* y *Lestes dryas*, que aparecen en casi todas las lagunas y en cantidades importantes, por lo que también se pueden considerar dominantes.

La comparación de los datos de exuvias con los datos de ninfas del estudio previo muestra que los datos de exuvias obtenidos ofrecen una imagen muy precisa de la comunidad real, lo que ayudó a dar por válido el muestreo. La tabla 4 da una imagen sintética de los resultados del presente TFG (Trabajo de Fin de Grado) basados en los datos sobre exuvias y del mencionado estudio (procedentes de un muestreo de ninfas en el mes de junio). Salvo por la presencia de *Anax imperator* (1 ninfa) y unos pocos ejemplares de la familia Coenagrionidae (4 ninfas) y de *Sympecma fusca* (11 ninfas), el panorama es muy similar comparando el muestreo de exuvias del presente TFG con el de ninfas del trabajo no publicado.

Esencialmente, las lagunas de Los Oteros son el reino de Lestidae (*Lestes*, sobre todo) y de *Sympetrum*.

Los datos del estudio previo, que incluía lagunas permanentes pertenecientes a la zona de Los Payuelos, permitieron comparar también la composición taxonómica y la riqueza de las lagunas temporales del presente TFG con las de las lagunas permanentes de Los Payuelos. La comparación con los enclaves permanentes del estudio previo contribuye a la idea de proteger los enclaves temporales del presente estudio, porque poseen algunas especies particulares que son típicas de aguas temporales, como son *Lestes barbarus* y *Lestes dryas*.

Tabla 4. Comparación de los datos del TFG con los de un estudio previo realizado en la misma zona. Se aportan datos en forma de presencia o ausencia, las especies presentes se marcan con una X. Cuando sólo aparece el género se debe a que en el estudio previo no publicado se anotó e identificó el ejemplar pero sólo se pudo llegar hasta género, dado que es extremadamente difícil llegar a especie en el caso de ninfas, bien sea por pérdida de partes de la muestra o incluso por falta de claridad entre los expertos a la hora de crear unas claves precisas. En la primera y segunda columna se dan los datos de las cinco lagunas que coinciden en ambos estudios para comprobar la validez del muestreo, con un resultado satisfactorio. Además, en la última columna aparecen los datos del estudio no publicado teniendo en cuenta exclusivamente las lagunas permanentes del mismo para estimar la mejor estrategia a seguir para su conservación.

Género/Especie	TFG	Estudio previo (5 lagunas)	Estudio previo (permanentes)
<i>Lestes barbarus/dryas</i>	X	X	-----
<i>Lestes virens</i>	X	X	X
<i>Lestes</i>	X	X	X
<i>Sympecma fusca</i>	-----	X	X
<i>Aeshna mixta</i>	X	X	X
<i>Anax imperator</i>	-----	X	-----
<i>Sympetrum striolatum/ meridionale</i>	X	X	X
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	X	-----	X
<i>Coenagrion/Ischnura</i>	-----	X	X
<i>Erythromma viridulum</i>	-----	-----	X
<i>Enallagma cyathigerum</i>	-----	-----	X

4.2. Patrones de riqueza local, regional y heterogeneidad

4.2.1. Riqueza local y regional. El valor de la riqueza γ , es decir, de todas las lagunas en conjunto fue 10 contando las exuvias, y 19 contando los adultos. En caso de manejar ambos datos a la vez, el valor de riqueza ascendería a 21 especies. De las 21 especies registradas, la distribución entre lagunas cambia dependiendo de si sólo hablamos de adultos o de si lo hacemos de exuvias (Fig. 3). En Linos y Amor, que son casi-permanentes, se dieron riquezas de 10 y de 6 especies respectivamente teniendo en cuenta los datos sobre exuvias, en el caso de los adultos se encontraron 13 especies en Linos y 17 en Amor. La riqueza de cada laguna

se ve muy reducida en el caso de las temporales, La Raya albergaba 5 especies en exuvias y 8 en adultos, La Marne 2 de exuvias y 8 de adultos, Grande 2 de exuvias y 13 de adultos, y Los Adobes ninguna especie de exuvia y 8 de adultos. En el caso de las muy temporales, tanto Retuerta como Valdecarros no albergaban ninguna especie de exuvia, pero en cuanto a adultos tenían 5 y 6 especies respectivamente.

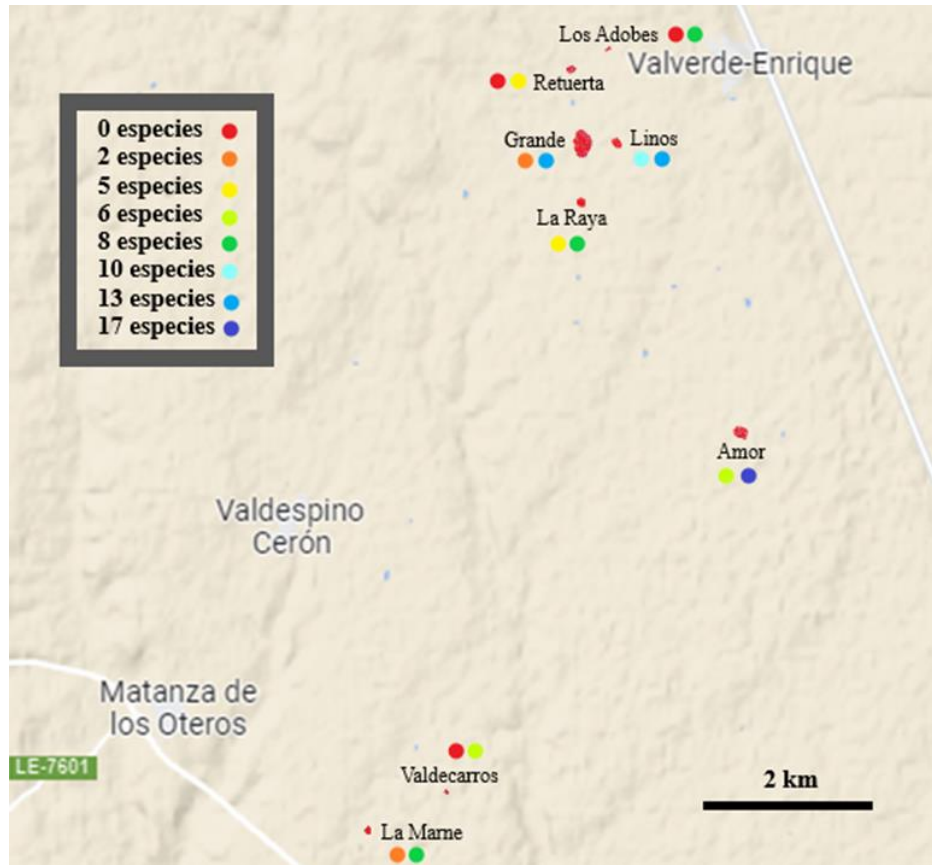


Figura 3. Mapa ilustrativo con la cantidad de especies encontradas por laguna. Los datos de exuvias aparecen reflejados por los puntos de la izquierda y los de adultos por los de la derecha.

4.2.2. Heterogeneidad. Los valores de diversidad β para el conjunto de todas las lagunas fueron 3,2 en el caso de las exuvias y 2,05 en el de adultos. Se aprecia que, según se esperaba, la comunidad de adultos, aunque con mayor número de especies en este estudio, es menos heterogénea (similar de unas localidades a otras), mientras que la comunidad de exuvias es más heterogénea, y la composición taxonómica varía más entre unas localidades y otras.

4.3. Relación entre hidroperiodo y composición taxonómica

El dendrograma resultante del análisis de clasificación muestra que la composición taxonómica de las exuvias difiere entre localidades con distinto hidroperiodo (Fig. 4). En general se forman tres grupos, por un lado aparecen las lagunas muy temporales más Los

Adobes, en el centro aparecen las temporales, y en la zona inferior están las casi-permanentes más La Raya. En general los resultados muestran un patrón consistente y se diferencian claramente las casi-permanentes y las muy temporales, mientras que las temporales quedan mezcladas con las demás y algunas van a un lado u al otro dependiendo del caso. Es importante destacar, que en tres de las lagunas analizadas no se encontraron exuvias (Los Adobes, Retuerta y Valdecarros). En general para exuvias existe mayor similitud entre las composiciones taxonómicas de lagunas con igual o similar hidroperiodo que entre las de lagunas con hidroperiodos diferentes, por lo que es posible que exista una relación entre hidroperiodo y composición taxonómica.

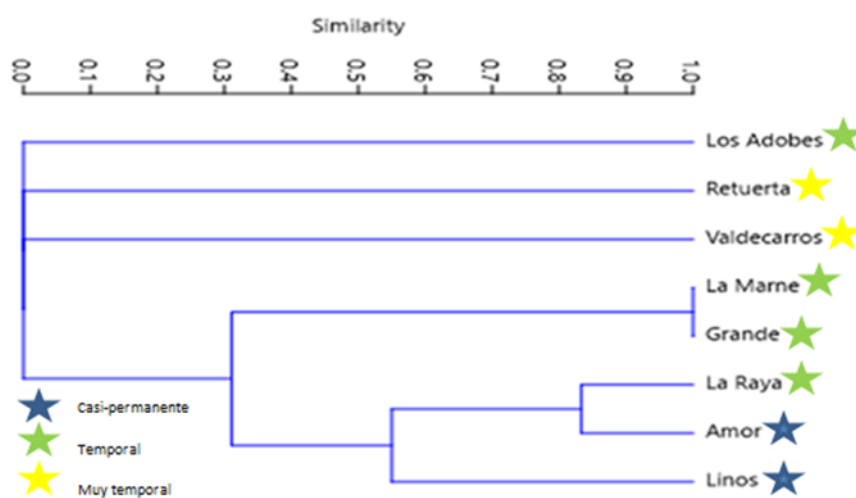


Figura 4. Dendrograma obtenido a partir de los datos de exuvias.

El dendrograma resultante del análisis de clasificación a partir de los datos de imagos (Fig. 5) reveló una mayor similitud entre las composiciones taxonómicas de las lagunas en general y especialmente entre lagunas próximas geográficamente como los pares Retuerta - Los Adobes y La Marne -Valdecarros. En este caso los grupos resultantes tienen lagunas de todos los tipos y están entremezcladas de manera más o menos aleatoria. Además, en conjunto se parecen más entre sí, pues todas tienen al menos un 0,3 de índice de similitud. Esto indica por un lado que hay mayor uniformidad en la comunidad de imagos, posiblemente debido a la dispersión como se había planteado anteriormente. Y por otro, que el hidroperiodo no afecta o no en la misma medida a la comunidad de imagos, dado que no se forman grupos de forma que estén más próximas las lagunas con hidroperiodos similares sino que se mezclan las de unos tipos con otros.

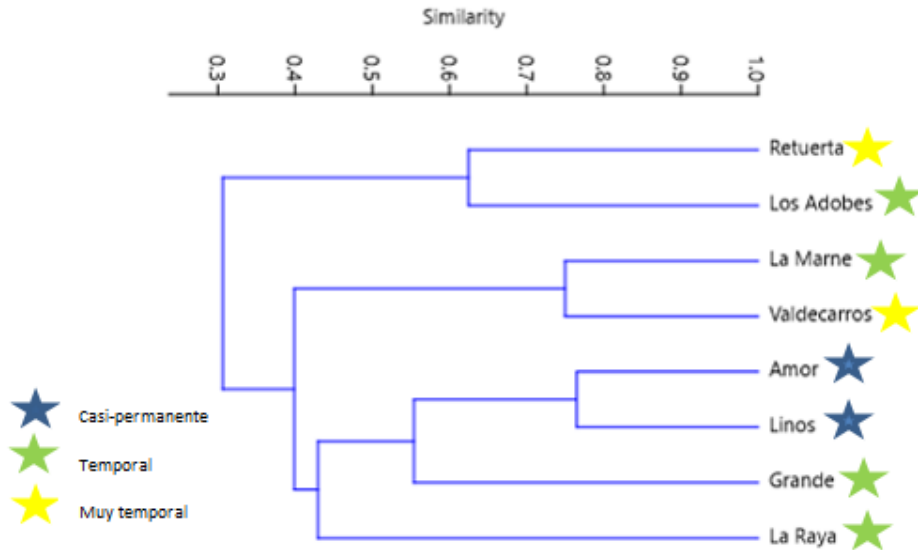


Figura 5. Dendrograma obtenido a partir de los datos de imagos.

4.4. Relación entre hidroperiodo y riqueza

En el caso de las exuvias se detectó una relación marginalmente significativa entre duración del hidroperiodo y riqueza ($r = 0,74692$; $p = 0,033222$) siendo esta una relación positiva (Fig. 6).

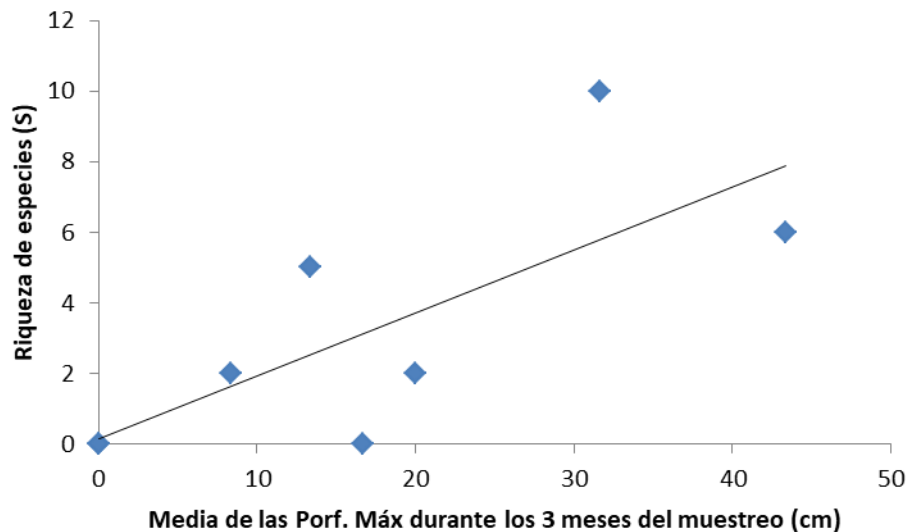


Figura 6. Gráfica que representa la relación entre hidroperiodo (medido como la media de las profundidades máximas en las tres campañas de muestreo en cada laguna) y riqueza de exuvias de cada laguna.

En el caso de los adultos también se detectó una relación significativa entre duración del hidroperiodo y riqueza ($r = 0,96837$; $p = 0,000336$) siendo esta una relación positiva (Fig. 7).

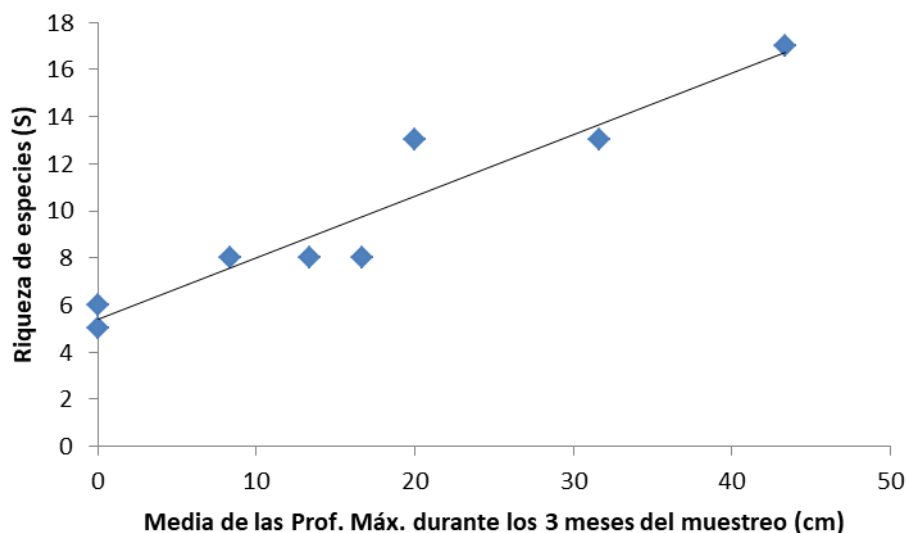


Figura 7. Gráfica que representa la relación entre hidroperiodo (medido como la media de las profundidades máximas en las tres campañas de muestreo en cada laguna) y riqueza de adultos de cada laguna.

5. DISCUSIÓN

Según Prunier *et al.* (2015) hay poco conocimiento sobre odonatos en la meseta norte de la península, por lo que este estudio sobre las comunidades de odonatos propias de aguas temporales en la provincia de León contribuye a aumentar los datos sobre este grupo de artrópodos en la zona. Este territorio y sus lagunas se propusieron para su conservación por las figuras de protección LIC y ZEPA (Zona de Especial Protección para Aves) por ser un área que acoge una importante cantidad de flora y fauna característicos tanto de sus llanuras cerealistas como propia de sus lagunas, destacando aves como la avutarda y el aguilucho lagunero entre otras (Fernández, 2010), pero también son característicos estos ecosistemas por su composición de odonatos. Está formada por especies particularmente adaptadas a medios temporales como: *Lestes barbarus*, *Lestes dryas* y *Sympetrum sanguineum*, que son de hecho especies que no han sido detectadas en un muestreo de ninfas en lagunas permanentes de Los Payuelos (F. García, com. Pers.). Estas especies son algunas de las varias que son capaces de completar su ciclo biológico en estos ambientes leníticos (Carvalho y Nessimian, 1998; Escoto-Moreno *et al.*, 2014; Lim-Franco y Trapero-Quintana, 2020). Es interesante destacar

que *Lestes barbarus*, *Lestes dryas*, *Sympetrum sanguineum* y *Sympetrum striolatum* son dominantes en estas comunidades. *Lestes barbarus*, tiene periodos de emergencia temprana y huevos resistentes a la sequía, ovipositando a menudo en zonas completamente secas (Utzeri, 1976; Dijkstra, 2014). *Lestes dryas* emerge en marzo y abril y es típica de aguas estancadas y someras que se secan en verano (Brown, 1997; Dijkstra, 2014) como son las del LIC de Lagunas de Los Oteros. *Lestes virens* posee unas características similares a *Lestes barbarus* (Samraoui, 2009). *Sympetrum sanguineum* es típica de aguas estancadas con exuberante vegetación acuática y suele emerger en junio (Falck y Johansson, 2000; Dijkstra, 2014). *Sympetrum striolatum* frecuenta aguas estancadas, cálidas y muy someras, igual que *Sympetrum fonscolombii*, que además es una especie que puede migrar estacionalmente (Dijkstra, 2014; Borisov *et al.*, 2020). La mayoría de estas especies propias de aguas temporales completan al menos una generación por año (Corbet *et al.*, 2006), lo que contribuye al mantenimiento de la biodiversidad debido a la eficacia en producir nuevas generaciones para las especies ligadas a éste tipo de hábitats.

Otras especies presentes en Los Oteros tienen mayor amplitud de nicho y se las encuentra también en medios permanentes, como es el caso de *Calopteryx xanthostoma* por ejemplo.

Los datos aquí presentados, más los de un estudio previo realizado por el grupo de investigación en Limnología y Biotecnología Ambiental de la ULE en esta misma zona y en la cercana comarca de Los Payuelos, proporcionan una buena imagen de la comunidad de odonatos en lagunas esteparias de la zona. Salvo por la ausencia de *Erythromma viridulum* y *Enallagma cyathigerum* que son exclusivas de las lagunas permanentes de Los Payuelos, las comunidades están dominadas por Lestidae y *Sympetrum*, por tanto al no cambiar drásticamente la estructura de la comunidad se podría decir que el conjunto de lagunas de toda la zona constituyen un tipo de ecosistema característico, y por tanto tienen un importante interés en conservación. La coincidencia en cuanto a la composición de las comunidades en ambos estudios hace pensar que el muestreo ha sido adecuado y ofrece una imagen representativa de la comunidad.

Centrándonos en las lagunas temporales, han resultado ser enclaves fundamentales para dos especies en concreto, *Lestes barbarus* y *Lestes dryas* que además son dominantes en la comunidad apareciendo en lagunas casi-permanentes y temporales del presente estudio, mientras que ni siquiera aparecen o lo hacen en mucha menor cantidad en las lagunas permanentes del estudio previo. Estas dos especies son características de aguas temporales,

Lestes dryas tiene preferencias por aguas estancadas, poco profundas y que típicamente se secan en verano y *Lestes barbarus* prefiere hábitats aún más efímeros que otros *Lestes*, siendo típico de aguas que se secan a principios de verano (Dijkstra, 2014). La preferencia de estas especies por las lagunas temporales hacen de estas enclaves fundamentales para la conservación de estas comunidades, pues constituyen lugares en los que dos de las especies clave completan su ciclo cada año, y su pérdida tendría una enorme repercusión en la estructura de las mismas.

Es destacable que en este estudio se ha registrado la presencia de *Coenagrion mercuriale* que actualmente está incluida en el LESPRES (Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial). A nivel global esta especie está catalogada como NT (nearly threatened) en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (International Union for Conservation of Nature) y en África está catalogada como EN (endangered) (Bouhala *et al.*, 2019; International Union for Conservation of Nature, 2022). Hasta la fecha es la única de las siete especies de odonatos catalogadas bien en el CEEA (Catálogo Español de Especies Amenazadas) o en el LESPRES que ha sido registrada en Los Oteros (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022), y probablemente se trate de individuos divagantes. Sin embargo, aunque se trate de una especie fluvial (Dijkstra, 2014) cabe la posibilidad de que utilice lagunas efímeras como éstas como hábitat temporal mientras se dispersa en busca de un nuevo hábitat, un argumento más para fomentar la protección de este tipo de ecosistemas, coincidiendo con la restauración de hábitat llevada a cabo en el estudio de Beaune y Sellier (2021), consistente en mantener lagunas efímeras que actúan como corredores facilitando la dispersión de esta especie amenazada.

El valor de riqueza para todas las lagunas del estudio fue de diez en el caso de las exuvias y de diecinueve en el de los adultos, ambos bastante elevados para no tratarse de un sistema de aguas permanentes, puesto que muestreos intensivos en zonas de humedal y lagunas permanentes en algunos estudios dieron como resultado algo más de una treintena de especies muestreando adultos (Evangelio y Díaz, 2017), y de algo más de una veintena muestreando exuvias en ambientes leníticos y temporales con mayor extensión que las lagunas de éste estudio (Trapero-Quintana *et al.*, 2011) por lo que las lagunas de éste LIC ofrecen, aunque sea temporalmente, un hábitat adecuado para una generosa cantidad de especies en su fase adulta, y permite a una importante parte de ellas completar su ciclo. Esto unido a que durante el muestreo se vieron numerosos tándems, cópulas y en algunos casos oviposiciones de algunas de las especies muestreadas como *Lestes barbarus*, *Lestes dryas*, *Sympetrum striolatum* y

Sympetrum meridionale entre otras, nos permite deducir que es un lugar con unas condiciones adecuadas para la reproducción de especies tanto de libélulas como de caballitos del diablo.

El uso de las diversidades β como medición del grado de diferenciación de las comunidades en relación a un patrón ambiental fue propuesto por Whittaker en 1960 (Calderon-Patron *et al.*, 2012). El valor de riqueza β fue mayor en el caso de las exuvias que en el de los adultos. Esto indica mayores diferencias en composición taxonómica entre lagunas cuando el análisis se limita a exuvias lo que puede estar relacionado con el hidroperiodo, un factor que proporciona diferencias entre las condiciones de cada laguna que podría afectar a la presencia de exuvias y por tanto de especies que completan su ciclo en las comunidades de cada laguna. El menor valor de riqueza β arrojado por los adultos posiblemente se deba a que pueden moverse entre lagunas y no están ligados estrechamente al hábitat ni a la presencia de la lámina de agua como le pasa a las ninfas (Torralba-Burrial y Ocharan, 2006), por lo que aparecen de forma más o menos uniforme en las lagunas.

La duración del hidroperiodo es un factor de reconocida influencia sobre macroinvertebrados (Correa- Araneda *et al.*, 2014 y Juruá *et al.*, 2014). Cabe esperar que así suceda también con los odonatos, como se comprobó en el estudio de Carchini *et al.* (2007). Se sabe que existe una tendencia positiva entre la presencia de odonatos y una mayor duración de la lámina de agua (Oertli *et al.*, 2002; Tarr *et al.*, 2005; Carchini *et al.*, 2007 y Maltchik *et al.*, 2010). Las diferencias faunísticas son obvias cuando se comparan lagunas temporales con permanentes (Carchini *et al.*, 2007 y Correa- Araneda *et al.*, 2014), pero la relación no está clara cuando las diferencias son más sutiles (comparaciones entre lagunas con distinto grado de temporalidad). En el presente estudio esas diferencias sutiles en el grado de temporalidad son el principal rasgo que diferencia unas lagunas de otras. Esto, unido a su relevancia biológica, hace razonable suponer que sea responsable en buena medida de las diferencias en la comunidad de odonatos.

Al observar el análisis de clasificación realizado para comprobar si se intuía verdaderamente una relación entre el hidroperiodo y la composición taxonómica de la comunidad, se vio que la similitud de las localidades estudiadas no permitía dilucidar una relación de la composición taxonómica de la comunidad de imagos con el hidroperiodo. El hidroperiodo no parece influir en la composición de adultos, coincidiendo con el estudio de Jooste *et al.* (2020) en el que se comprobó que efectivamente no era uno de los principales factores influyentes en la composición taxonómica de las comunidades de adultos de odonato. Teniendo en cuenta que

los adultos suelen divagar en busca de alimento o de territorio para la reproducción, la cual se suele dar cerca de cuerpos de agua (Ramírez, 2010) y dada su elevada capacidad de dispersión (Torralba-Burrial y Ocharan, 2006), podría ser una posible explicación de que lagunas con distintos hidroperiodos posean composiciones taxonómicas similares en lo que a adultos se refiere. En cambio, si se intuye una relación entre el hidroperiodo y la composición taxonómica a partir de los datos obtenidos de las exuvias, pues a simple vista las localidades con mayor similitud entre sí, tienen el mismo hidroperiodo, mientras que las localidades con menor similitud entre sí coincide que poseen hidroperiodos distintos ya que la duración de la lámina de agua varía de uno a dos meses entre localidades con poca o nula similitud. En el caso particular de Los Adobes, que habiendo sido catalogada como temporal se encuentra próxima a las muy temporales y en ella no se encontraron exuvias, posiblemente se deba a que dentro de las temporales es la que menos tiempo retuvo la lámina de agua. En general, el análisis de clasificación contribuye a la idea de que el hidroperiodo puede ser un factor determinante en la composición taxonómica de la comunidad en lo que a ninfas se refiere, objetivado por los datos de las exuvias recogidas.

En general, la riqueza de especies de macroinvertebrados aumenta con el incremento del hidroperiodo (Collinson *et al.*, 1995; Spencer *et al.*, 1999; Della Bella *et al.*, 2005; Waterkeyn *et al.*, 2008). En base a los resultados podemos decir que los odonatos no son una excepción, ya que se ha comprobado la existencia de una relación positiva entre el hidroperiodo y la riqueza tanto de exuvias como de imagos.

Dado el papel del hidroperiodo en la configuración de las comunidades de odonatos y el riesgo de aumento de la temperatura previsto para el sudoeste de Europa (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014) cabe esperar que ciertas especies desaparezcan de algunas zonas como consecuencia del acortamiento del periodo de inundación (Dai, 2013; Trenberth *et al.*, 2014).

Las lagunas temporales mediterráneas son hábitats sustancialmente vulnerables e inestables (Dimitriou *et al.*, 2009), por ello es importante realizar más estudios sobre estas comunidades y sobre las especies en particular, ya que el acelerado aumento de la temperatura global antes mencionado podría conllevar la pérdida de poblaciones que no sean capaces de adaptarse (Hassall y Thompson, 2008). Por ello es de suma importancia estudiar estos enclaves, proteger estos ecosistemas y en última instancia tratar de frenar el cambio climático; ya que

en caso contrario la conservación de las especies y comunidades de odonatos ligadas a este tipo de hábitats puede verse fuertemente comprometida.

6. CONCLUSIONES

El hidroperiodo influye en la composición taxonómica de las comunidades juveniles, existiendo un patrón bastante claro incluso con pequeñas diferencias en la duración del mismo.

En cambio, la composición taxonómica de las comunidades de adultos no se ve influenciada por el hidroperiodo y por tanto los adultos no responden a los mismos factores ambientales que las exuvias o no en la misma medida, por lo menos en lo que respecta al hidroperiodo.

Existe una relación positiva entre la duración del hidroperiodo y la riqueza, tanto de exuvias como de adultos.

7. BIBLIOGRAFÍA

Almond, R., Grooten, M., y Peterson, T. (2020) *Living Planet Report 2020-Bending the curve of biodiversity loss*. Switzerland: World Wildlife Fundation.

Beaune, D. y Sellier, Y. (2021) “Stream restorations with meanders increase dragonfly and damselfly diversity and abundance, including an endangered species”, *Journal For Nature Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125950>

Bick, G. y Corbet, P. (1963) “A Biology of Dragonflies”, *American Midland Naturalist*, 70(2), pp. 507.

Biggs, J., von Fumetti, S. y Kelly-Quinn, M. (2017) “The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policymakers”, *Hydrobiologia*, 793, pp. 3-39.

Borisov, S., Iakovlev, I., Borisov, A., Zuev, A. *et al.* (2020) “Isotope evidence for latitudinal migrations of the dragonfly *Sympetrum fonscolombii* (Odonata: Libellulidae) in Middle Asia”, *Ecological Entomology*, 45(6), pp. 1445-1456.

Bouhala, Z., Khemissa, C., Márquez-Rodríguez, J., Ferreras-Romero, M. *et al.* (2019) “Ecological correlates of odonate assemblages of a Mediterranean stream, Wadi Cherf, northeastern Algeria: Implications for conservation”, *International Journal of Odonatology*, 22(3-4), pp. 181-197.

Brown, T. (1997) “A note on reproductive behaviour and oviposition in *Lestes dryas* Kirby (Zygoptera: Lestidae)”, *Notulae odonatologicae*, 4(9), pp. 147-147.

Bybee, S., Córdoba-Aguilar, A., Duryea, M., Futahashi, R. *et al.* (2016) “Odonata (dragonflies and damselflies) as a bridge between ecology and evolutionary genomics”, *Frontiers in Zoology* 13, pp. 46.

Calderon-Patron, J., Moreno, C. y Zuria, I. (2012) “La diversidad beta: medio siglo de avances”, *Mexico Biodiversity*, 83(3), pp. 879-891.

Carchini, G., Della Bella, V., Solimini, A. G., y Bazzanti, M. (2007) “Relationships between the presence of odonate species and environmental characteristics in lowland ponds of central Italy”, *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 43(2), pp. 81-87

Carvalho, A. y Nessimian, J. (1998) “Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: habitats e hábitos das larvas”, *Oecologia Brasiliensis*, 5(1), pp. 3-28.

Clausnitzer, V., Dijkstra, k., y Kipping, J. (2011) “Globally Threatened Dragonflies (Odonata) in Eastern Africa and Implications for Conservation”, *Journal of East African Natural History*, 100(1y2), pp. 89-111.

Collinson, N., Biggs, J., Corfield, A., Hodson, M. *et al.* (1995) “Temporary and permanent ponds: an assessment of the effects of drying out on the conservation value of aquatic macroinvertebrate communities”, *Biology Conservation*, 74, pp. 125-133.

Conesa García, M. (2021) *Larvas de libélulas en la península Ibérica*. Granada: Torres Editores.

- Consejo de Europa (1992) “Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres” *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, Serie L, 22 de julio de 1992, (206), pp. 7-50.
- Corbet, P., Suhling, F., y Soendgerath, D. (2006) “Voltinism of Odonata: a review”, *International Journal Of Odonatology*, 9(1), pp. 1- 44.
- Correa-Araneda, F., Díaz, M. E., Ovalle, K., Encina-Montoya, F. *et al.* (2014) “Benthic macroinvertebrate community patterns of Mediterranean forested wetlands and their relation to changes in the hydroperiod”, *Limnetica*, 33(2), pp. 361-374.
- Dai, A. (2013) “Increasing drought under global warming in observations and models”, *Nature Climate Change*, 3, pp. 52.
- Da Silva, L., Luiza, A., Da Rosa, J., Plagiosa, P. *et al.* (2016) “Distribution of aquatic macroinvertebrate assemblages in a subtropical coastal lake: Response to environmental parameters”, *Hydrobiologie*, 188, pp. 113-127.
- Della Bella, V., Bazzanti, M. y Chiarottif, F. (2005) “Macroinvertebrate diversity and conservation status of Mediterranean ponds in Italy: water permanence and mesohabitat influence”, *Aquatic Conservation*, 15, pp. 583-600.
- Dijkstra, B., Bechly, G., Bybee, S., Dow, R. *et al.* (2013) “The classification and diversity of dragonflies and damselflies (Odonata)”, *Zootaxa*, 3703(1), pp. 36- 45.
- Dijkstra, K.. y Lewington, R. (2014) *Guía de campo de las libélulas de España y de Europa*. Barcelona: Omega.
- Dimitriou, E., Moussoulis, E., Stamati, F., y Nikolaidis, N. (2009) “Modelling hydrological characteristics of Mediterranean Temporary Ponds and potential impacts from climate change”, *Hydrobiologia*, 634(1), pp. 195-208.
- Dorji, T. (2014) *Macroinvertebrate diversity in response to environmental variables in headwater streams*. Informe de proyecto. Royal University of Bhutan, Thimphu.
- Escoto-Moreno, J., González-Soriano, E., Escoto-Rocha, J., y Márquez, J. (2014) “Riqueza y distribución de la familia Aeshnidae (Odonata: Anisoptera) en el estado de Aguascalientes, México”, *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(1), pp. 209-217.
- Falck, J., y Johansson, F. (2000) “Patterns in Size, Sex Ratio and Time at Emergence in a South Swedish Population of *Sympetrum sanguineum* (Odonata)”, *Aquatic Insects*, 22(4), pp. 311-317.
- Fernández, J. (2010) “La Red Natura 2000 en la Provincia de León”, *Argutorio: revista de la Asociación Cultural "Monte Irago"*, 13(25), pp. 4-7.
- Fincke, O. (1984) “Giant damselflies in a tropical forest: reproductive biology of *Megaloprepes coeruleus* with notes on *Mecistogaster* (Odonata: Pseudostigmatidae)”, *Adv Odonatology*, 2, pp. 13-27.

- Fincke, O., Yanoviak, S., y Hanschu, R. (1997) "Predation by odonates depresses mosquito abundance in water-filled tree holes in Panama", *Oecologia*, 112(2), pp. 244-253.
- Foster, S., y Soluk, D. (2004) "Evaluating exuvia collection as a management tool for the federally endangered Hine's emerald dragonfly, *Somatochlora hineana* Williamson (Odonata: Cordulidae)", *Biological Conservation*, 118(1), pp. 15- 20.
- Fraga I., Arguimbau, P. (2008) "Vascular flora associated to Mediterranean temporary ponds on the island of Minorca", *Anales Del Jardín Botánico De Madrid*, 65(2), pp. 302.
- García Ruiz, A., (2005) "Importancia de las lagunas temporales para la conservación de la biodiversidad de artrópodos edáficos en zonas agrícolas de Castilla-la Mancha", *Limnetica*, 24(1-2), pp. 83-90.
- Gómez-Anaya, J., Novelo-Gutiérrez R. y Arce-Pérez, M. (2000) "Odonata from the area of influence of the hydroelectric power station", *Mexican Entomological* , 108, pp. 1-34.
- Grand, D., Boudot, J., Doucet, G., y Doux, Y. (2019) *Cahier d'identification des libellules de France, Belgique, Luxembourg & Suisse*. Mèze (Hérault): Biotope.
- Hammer, O., Harper, D. y Ryan, P. (2001) *PAST: Paquete de Programas de estadística paleontológica para enseñanza y análisis de datos*. [Documento en Línea]. Disponible en: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/spain.htm. (Accedido: 13 de enero de 2022)
- Harabis, F. y Dolny, A. (2011) "The effect of ecological determinants on the dispersal abilities of central European dragonflies (Odonata)", *Odonatologica*, 40, pp. 17-26.
- Hassall, C., y Thompson, D. (2008) "The effects of environmental warming on Odonata: a review", *International Journal of Odonatology*, 11(2), pp. 131-153.
- Heidemann, H., y Seidenbusch, R. (2002) *Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse)*. Bois-d'Arcy: Société française d'odonatologie.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014) "Summary for policymakers", en Field, C.B., Barros, D.J., Dokken, K. J., Mach, M. D. *et al.* (eds.) *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 1-32.
- International Union for Conservation of Nature (2022) *The IUCN Red List of Threatened Species*. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/es/search/grid?query=coenagrion%20mercuriale&searchType=species> (Accedido: 18 de mayo de 2022).
- Jooste, M. L., Samways, M. J., y Deacon, C. (2020) "Fluctuating pond water levels and aquatic insect persistence in a drought-prone Mediterranean-type climate", *Hydrobiologia*, 847(5), pp. 1315-1326.
- Juruá, K. T., Pagel, I. A., Tavares, V. E., y Sosinski, L. T. W. (2014) "Estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de área úmida e lavouras de arroz irrigado", *Acta Limnologica Brasiliensia*, 26(3), pp. 229-234.

Knight, T. (2000) "Biology of lakes and ponds", *Ecology*, 81(1), pp. 286-286.

Kohlmann, B., Arroyo, A., Springer, M., y Vásquez, D. (2015) "Agrorural ecosystem effects on the macroinvertebrate assemblages of a tropical river", *Biodiversity in Ecosystems-Linking Structure and Function*, pp. 317-351.

Lim-Franco, G., y Trapero-Quintana, A. (2020) "Diversidad y patrón de emergencia de libélulas en un hábitat léntico del Jardín Botánico Nacional de Cuba", *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 41, pp. 119-130.

Louton, J., Garrison, R. y Flint, O. (1996) "The odonata of Parque Nacional Manu, Madre de Dios, Peru. Natural history, species richness and comparisons with other peruvian sites". Wilson, D.E. y Sandoval, A. (eds.). *The biodiversity of southeastern Peru*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution, pp. 431-439.

Maltchik, L., Stenert, C., Kotzian, C. B., y Pires, M. M. (2010) "Responses of odonate communities to environmental factors in southern Brazil wetlands", *Journal of the Kansas Entomological Society*, 83(3), pp. 208-220.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2022) *Situación actual del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y Catálogo Español de Especies Amenazadas*. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-proteccion-especial/ce-proteccion-listado-situacion.aspx> (Accedido: 17 de mayo de 2022).

Ocharan, F. (2008). "La restauración de medios acuáticos aplicada a Odonatos. Reflexiones de un especialista", Pérez, J., y Sánchez García, A. (eds.) *I Jornadas sobre la Conservación de los Artrópodos en Extremadura*. Extremadura: Imprenta Moreno - Montijo, pp. 141-147.

Oertli, B., Joye, D. A., Castella, E., Juge, R. *et al.* (2002) "Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity", *Biological conservation*, 104(1), pp. 59-70.

Palacino Rodríguez, F., Bota Sierra, C. A., Amaya Perilla, C. y Contreras, N. (2017) *Libélulas y caballitos del diablo del departamento del Meta, Colombia*. Bogotá: Universidad El Bosque.

Parr, A. (2010) "Monitoring of Odonata in Britain and possible insights into climate change" *BioRisk*, 5, pp. 127-139.

Pinach, J., y Díaz-Martínez, C. (2017) "Odonatos (Insecta: Odonata) del Parque Natural de la Serranía de Cuenca (Castilla-La Mancha, centro-este de España)", *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 61, pp. 257-268.

Prunier, F., Brotóns, M., Cabana, M., Campos, F. *et al.* (2015) "Actualización del inventario provincial de Odonatos de España peninsular e Islas Baleares", *Boletín ROLA*, 6, pp. 59-84.

Ramírez, A. (2010) "Odonata", *Revista de Biología Tropical*, 58, pp. 97-136.

Samraoui, B. (2009) "Seasonal ecology of Algerian Lestidae (Odonata)", *International Journal of Odonatology*, 12(2), pp. 383-394.

- Sánchez Estrada, D. (2018) *Odonatos (Insecta: Odonata) en dos localidades del Valle de Tulancingo-Acaxochitlán*. Trabajo de fin de carrera. Universidad de México.
- Santos, T. y Telleria, J. (2006) “Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies”, *Ecosistemas*, 2, pp. 3-12.
- Spencer, M., Blaustein, L., Schwartz, S. y Cohen, J. (1999) “Species richness and the proportion of predatory animal species in temporary freshwater pools: relationships with habitat size and permanence”, *Ecology letters*, 2(3), pp. 157-166.
- Suhling, F., Sahlén, G., Gorb, S., Kalkman, V. *et al.* (2015) “Order Odonata”, *Thorpe And Covich's Freshwater Invertebrates*, pp. 893-932.
- Tarr, T. L., Baber, M. J., y Babbitt, K. J. (2005) “Macroinvertebrate community structure across a wetland hydroperiod gradient in southern New Hampshire, USA”, *Wetlands Ecology and Management*, 13(3), pp. 321-334.
- Torralba-Burrial, A., y Ocharan, F. (2006) “Dispersión y proporción sexual en la emergencia en una población de *Sympetma fusca* (Odonata, Lestidae) en Huesca (NE de España)”, *Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural (Sección Biología)*, 101, pp. 29-36.
- Torralba-Burrial, A. y Ocharan, F. (2007) “Composición biogeográfica de la fauna de libélulas (Odonata) de la Península Ibérica, con especial referencia a la aragonesa”, *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 41, pp. 179-188.
- Torralba-Burrial, A., y Ocharan, F. (2013) “Iberian Odonata distribution: data of the BOS Arthropod Collection (University of Oviedo, Spain)”, *ZooKeys*, 306, pp. 37- 58.
- Trapero-Quintana, A., Reyes-Tur, B., y Cuellar, N. (2011) “Esfuerzo de muestreo necesario para estimar la riqueza específica máxima en tres comunidades de Odonata en Cuba empleando exuvias”, *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 49, pp. 285-290.
- Trenberth, K., Dai, A., Van Der Schrier, G., Jones, P. *et al.* (2014) “Global warming and changes in drought”, *Nature Climate Change*, 4(1), pp. 17-22.
- Ulloa-García, A. (2019) “Biodiversidad de mosquitos y vectores de enfermedad”, *Revista Biomédica*, 30(3), pp. 103-104.
- Utzeri, C., Falchetti, E., y Carchini, G. (1976) “Alcuni aspetti etologici della ovideposizione di *Lestes barbarus* (Fabricius) presso pozze temporanee (Zygoptera: Lestidae)”, *Odonatologica*, 5(2), pp. 175-179.
- Verdú, J., Numa, C., y Galante, E. (2011) *Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables)*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino, Madrid. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios->

nacionales/inventario-especiesterrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/ieet_invert_vulne_atlas.aspx

(Accedido: 12 de octubre de 2021)

Vilariño, V., Flechoso, M. y Rojo, I. (2015) “Ampliación de la distribución conocida de odonatos amenazados en Castilla y León (España)”, *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 55, pp. 279- 287.

von Ellenrieder, N. y Garrison, R. (2007) “*Dragonflies of the Yungas (Odonata): a field guide to the species from Argentina*”, Argentina: Pensoft publishers.

Waterkeyn, A., Grillas, P., Vanschoenwinkel, B. y Brendonck, L. (2008) “Invertebrate community patterns in Mediterranean temporary wetlands along hydroperiod and salinity gradients”, *Freshwater Biology*, 53, pp. 1808-1822.

Watson, J. (1982) “A truly terrestrial dragonfly larva from Australia (Odonata: Corduliidae)”, *Australian Journal of Entomology*, 21(4), pp. 309-311.

Zwick, P. (2001) “Dragonflies: Behaviour and Ecology of Odonata”, *Aquatic Insects*, 23(1), pp. 83-83.

ANEXO



Figura A. Imágenes del muestreo de adultos. A) Hembra de *Sympetrum meridionale*. B) Macho de *Sympetrum meridionale*. C) *Ischnura pumilio*. D) *Lestes barbarus*. E) Teneral de *Sympetrum* y su exuvia F) *Aeshna affinis*. G) *Lestes dryas*.



Figura B. Fotografías realizadas durante el proceso de identificación de especies con exuvias en el laboratorio. A) Máscara de una exuvia de *Aeshna mixta*. B) Exuvia de *Aeshna mixta*. C) Exuvia de *Sympetrum striolatum*. D) Parte interna de una máscara del género *Lestes* con sus sedas y dientes fijos y móviles. E) Parte posterior de una exuvia de *Aeshna mixta*. F) Parte posterior de una exuvia de *Sympetrum sanguineum*.