

TRABAJO FIN DE GRADO



UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA

**Diversidad de invertebrados acuáticos en dos lagunas de la Reserva Nacional
Concertada de la Charca de Suárez**

Autora: María Dolores Barón Rodríguez

ZOO-09

Junio 2018

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	3
Área de estudio.....	3
Muestreo de macroinvertebrados	7
Medida de datos fisico-químicos.....	7
Separación e identificación de los macroinvertebrados	7
Análisis de datos.....	8
RESULTADOS	10
Parámetros ambientales.....	10
Taxones identificados.....	15
Abundancia de individuos	16
Porcentaje de grupos tróficos puntuales	16
Índices de diversidad	17
DISCUSIÓN.....	18
CONCLUSIÓN	20
BIBLIOGRAFÍA.....	20
APÉNDICES	23

Resumen

Con el objetivo de conocer la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos y comparar la composición de las comunidades de dos de las lagunas de la Charca de Suarez, Motril (Granada), se realizó un muestreo en una laguna natural y en otra restaurada en abril de 2017. Además del muestreo de macroinvertebrados se midieron variables físico-químicas del agua (conductividad, oxígeno, pH, temperatura, clorofila y turbidez). Se calculó la diversidad alfa usando el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el de equidad de Pielou (J') y el índice de dominancia de Simpson (C). La comunidad estuvo compuesta por distintos grupos de macroinvertebrados, la mayoría habituales en aguas lénticas: Plecoptera, Oligochaeta, Odonata, Mollusca, Heteroptera, Ephemeroptera, Diptera, Coleoptera y Acarina. Existen diferencias en la composición de macroinvertebrados en cada laguna y relación con los parámetros ambientales. En la laguna del Lirio los taxones más abundantes fueron el orden Heteroptera (filo Arthropoda) y el filo Mollusca (género *Physa*) mientras que en la Laguna de Aeneas destacaron los órdenes Diptera y Heteroptera, ambos pertenecientes al filo Arthropoda. Se puede hablar de baja diversidad ya que los muestreos de ambas lagunas indican una mayor representatividad de unos taxones frente al resto. Sin embargo, a la hora de hablar de dominancia no hay un grupo predominante. Durante la identificación de los distintos organismos se estudió el grupo trófico funcional al que pertenecían, siendo en ambas lagunas más de un 50% depredadores. En la laguna del Lirio el segundo grupo más abundante fue el de los ramoneadores, mientras que en la laguna de Aeneas destacaron los colectores. A partir de los valores de abundancia y de los grupos tróficos funcionales se puede conocer más acerca del funcionamiento de las lagunas.

Palabras clave. Biodiversidad, grupos tróficos funcionales, invertebrados bentónicos, lagunas, parámetros ambientales.

INTRODUCCIÓN

Los lagos, estanques y, en general, las aguas lénticas continentales cubren una porción muy pequeña de la superficie de la Tierra. Sin embargo, su estudio ha jugado un gran papel en el desarrollo de la teoría ecológica, desde amplios conceptos a nivel de ecosistema, como la dinámica trófica, hasta aspectos más concretos (Brönmark & Hansson, 2005). El interés ecológico de estos ambientes es extraordinario, ya que se trata de sistemas con gran capacidad biogénica y muy dinámicos, que imponen a las especies adaptaciones muy particulares (Alonso, 1987). La península ibérica es un territorio predominantemente árido, pobre en lagos, pero en el que se encuentran bien representadas las zonas húmedas y palustres, lagunas y charcas en general. Todos estos medios se han visto muy alterados debido a la incidencia antrópica lo que ha llevado a una degradación o incluso destrucción de estos hábitats (en España ha desaparecido el 60% de la superficie húmeda). Algunas de las actividades que generan esta situación son la fragmentación de los suelos para explotación agrícola o especulación urbanística, contaminación, sobreabastecimiento de agua de poblaciones próximas, pérdida de vegetación y fauna (en su gran mayoría aves), etc. Ante esta problemática surgen diversas medidas para la conservación y mejora de estas áreas como figuras de protección (Convenio Ramsar o ZEPAs), restauración de zonas húmedas degradadas, control de vertidos, censos periódicos de especies para tener un registro la fauna, etc. (p. ej., Paracuellos *et al.*, 2007).

El término de laguna tiende a ser utilizado para designar un cuerpo de agua mayor que una charca y menor que un lago. El tamaño es uno de los primeros criterios a fijar, aunque es más apropiado tener en cuenta no solo el tamaño sino otros parámetros más relacionados con su funcionamiento y que son comunes a otros tipos de aguas continentales lénticas. Además, es muy importante la interacción con el medio terrestre. Factores como la luz que recibe y la profundidad de la laguna también van a ser relevantes, ya que la profundidad a la que llegue la luz va a determinar la distribución de los organismos que la habitan (Smith & Smith, 2009, Rodríguez, 2013). Por otra parte, el ciclo de los nutrientes también se ve influido por estos factores. A nivel de productores primarios se establece una competencia entre el bentos y el plancton, por lo que la producción primaria va a condicionar el desarrollo del resto de organismos (Gardiner, 1977). Otros factores externos que influyen en el funcionamiento de las lagunas son el clima (relacionado también con la luz), el sustrato y los impactos antropogénicos, como contaminación industrial, ganadera o agrícola, urbanizaciones cercanas, etc. (Alonso, 1987; Blanco *et al.*, 2002).

En lo referente al clima, éste condiciona el régimen hídrico o la temperatura del agua de la laguna. El sustrato sobre el que se desarrolla también condiciona la posibilidad de formación de lagunas, en función de su textura o permeabilidad, y son las regiones arcillosas y graníticas las más propensas al desarrollo de aguas superficiales, dada su impermeabilidad (Rodríguez, 2001). Factores de índole más local, como son los morfométricos, edáficos y la altura relativa de cada cuerpo de agua en un sistema lagunar tienen también una importancia decisiva en las características de las lagunas (Alonso, 1987).

Tanto los lagos como las aguas estancadas de pequeño volumen, como son las lagunas, se ven influenciadas también por parámetros como la salinidad, la turbidez y la permanencia del agua. La salinidad varía a lo largo de un gradiente sobre el que se determinan los límites de tolerancia de las diferentes especies. La turbidez, que depende en parte de la naturaleza del sustrato, determina el régimen trófico de las lagunas, por ejemplo determina el desarrollo de biomasa algal, ya que impide que la luz llegue a láminas de agua inferiores; también puede llevar a un aumento de la temperatura del agua y con ello a una disminución en

la solubilidad del oxígeno (Rodríguez, 2013). La persistencia del agua se encuentra sujeta, además de al régimen hídrico, a la profundidad de las cubetas (Alonso, 1987; Blanco *et al.*, 2002). Por otro lado, la conductividad es reflejo de la composición iónica de las aguas, puesto que mide la cantidad de iones disueltos y varía según su naturaleza. Las diferentes combinaciones de los parámetros considerados (temperatura, conductividad, pH, oxígeno, turbidez, clorofila) ofrecen una buena caracterización de los biotopos, ya que el conjunto de determinados parámetros presenta especies o comunidades asociadas (p. ej., Alonso & Comelles, 1981; Margalef, 1983).

Cuando los ambientes son muy heterogéneos se pueden utilizar comunidades de organismos como bioindicadores, lo que nos permite realizar estudios de calidad medioambiental, pérdida de biodiversidad, comparar entre ecosistemas, etc. (Smith & Smith, 2009; Espinoza & Morales, 2008). También se puede realizar estudios de los niveles de autotrofia o heterotrofia del medio, cantidad de materia orgánica particulada gruesa con relación a la fina, estabilidad del sustrato, etc. (Ramos, 2017).

En términos de abundancia y biomasa, los macroinvertebrados acuáticos (o invertebrados bentónicos, como también se les denomina) son un componente importante de los medios lénticos. Son animales acuáticos cuyas formas adultas pueden alcanzar entre 3-5mm, son observables a simple vista y quedan retenidos en redes con luz de malla de 500 μ m. Los principales grupos taxonómicos a los que pertenecen los macroinvertebrados que viven en el medio acuático son Plelmintos, Anélidos, Moluscos, Crustáceos e Insectos (Vidal-Abarca *et al.*, 1994; Smith & Smith 2009; Tachet *et al.*, 2010). Contrariamente a lo que ocurre con otros organismos acuáticos, muchos invertebrados no pasan obligatoriamente todo su ciclo de vida en el agua, tal es el caso de la mayoría de los insectos acuáticos cuyos adultos son voladores y explotan el medio terrestre.

Son importantes intermediarios en el procesado de la materia orgánica de origen vegetal (algas, macrófitos, hojas, troncos, etc.) y son los principales recicladores de nutrientes en los ecosistemas acuáticos, además de ser la principal fuente de alimento de los peces. En función del tamaño y naturaleza del alimento así como de la forma de obtenerlo, se establecen diferentes grupos tróficos: colectores, filtradores, depredadores, detritívoros, fragmentadores y ramoneadores (Ramos-Rodríguez *et al.*, 2017). Los fragmentador son aquellos que se alimentan de tejidos de plantas vasculares o del material vegetal descompuesto. Los filtradores o colectores obtienen el alimento del material en suspensión o del material descompuesto finamente particulado. Los ramoneadores o raspadores se nutren de materia vegetal, fundamentalmente del perifiton, y los depredadores se alimentan de otros animales de forma activa capturándolos (Merritt & Cummins, 1996; Tomanova *et al.*, 2006).

Esta investigación tiene como objetivo estudiar la diversidad de invertebrados acuáticos de dos lagunas de la Reserva Nacional Concertada de la Charca de Suarez, en Motril (Granada) y averiguar si existen diferencias en la composición de la comunidad de invertebrados, a nivel trófico y taxonómico, en relación con distintos parámetros ambientales. A pesar de la cercanía espacial de las charcas, la morfología y origen de cada laguna, así como la procedencia de las aguas que la alimentan, configuran diferencias ambientales que podrían reflejarse en una composición faunística distinta de macroinvertebrados. Con este estudio se pretende contribuir a la divulgación y toma de conciencia regional para el reconocimiento y protección de la biodiversidad de estas lagunas. La Charca de Suárez está considerada como el último reducto húmedo de la franja costera granadina, en la vega del río Guadalfeo. A pesar de su diversidad vegetal y faunística y de presentar programas de conservación, hubo un intento de desecación en los años 90, motivo por el cual algunas de las lagunas son restauradas. Además, sufre la sobrepoblación en zonas cercanas, por lo que aún

hay amenazas por parte de la actividad humana. En ella se han realizado un gran número de estudios y seguimientos en aves, reptiles, etc, pero hay una falta de registro y conocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos que habitan en ellas. En relación con los insectos acuáticos, únicamente se han estudiado las poblaciones de odonatos de las lagunas (Hernando, 2015; Conesa, 2014).

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la zona húmeda denominada Charca de Suárez ubicada en el término municipal de Motril, en las proximidades de la playa de Poniente de dicho municipio, en el terreno denominado Pago de Suarez de donde recibe su nombre. Dicha superficie ocupa una extensión de 14,65 Ha, limitada por urbanizaciones costeras y el polígono industrial de Alborán. Estos humedales forman parte de un área situada entre Nerja (Málaga) y Adra (Almería), donde la unión de una serie de factores de naturaleza tectónica, litológica, climática y antrópica ha favorecido la aparición de zonas húmedas muy cerca de la costa ligadas exclusivamente a los deltas de los principales ríos. El agua llega a las lagunas de Motril por afloraciones desde el subsuelo, del delta del río Guadalfeo. El río Guadalfeo tiene su origen en la Parque Nacional de Sierra Nevada a 2500 m de altitud. En su amplia desembocadura se acumulaban los sedimentos detríticos arrastrados por el río, dando lugar a una extensa vega recorrida por canales fluviales de distinto caudal (Fig. 1). La acumulación de materiales en la desembocadura estuvo provocada por la masiva desforestación de la sierra de Lújar, sierra de los Guájares y sierra de la Albuñuelas en el siglo XVII. Con la afluencia masiva de estos depósitos se originó una amplia llanura aluvial que dio paso a un uso agrícola intensivo, posteriormente comenzó una desecación progresiva hasta mediados del siglo XX y, por último, ya en el siglo XX se construyó el embalse de Rules que controla las crecidas del río. Como resultado de esta actuación humana quedaron algunas lagunas paralelas a la costa rodeadas en su cara norte por naves industriales y en el sur por complejos hoteleros (Fig. 2). La presión del caudal de agua del acuífero es suficiente para impedir la salinización de este y hace que el agua se mantenga por encima del nivel freático, llegando a un nivel piezométrico suficiente para producir surgencias estables, siempre que el régimen de lluvias en la cuenca hidrográfica lo permita. Solo el interés de algunos naturalistas y la presión social pudo parar la intención de desecar totalmente el humedal, ya que se clasificó como suelo urbanizable.

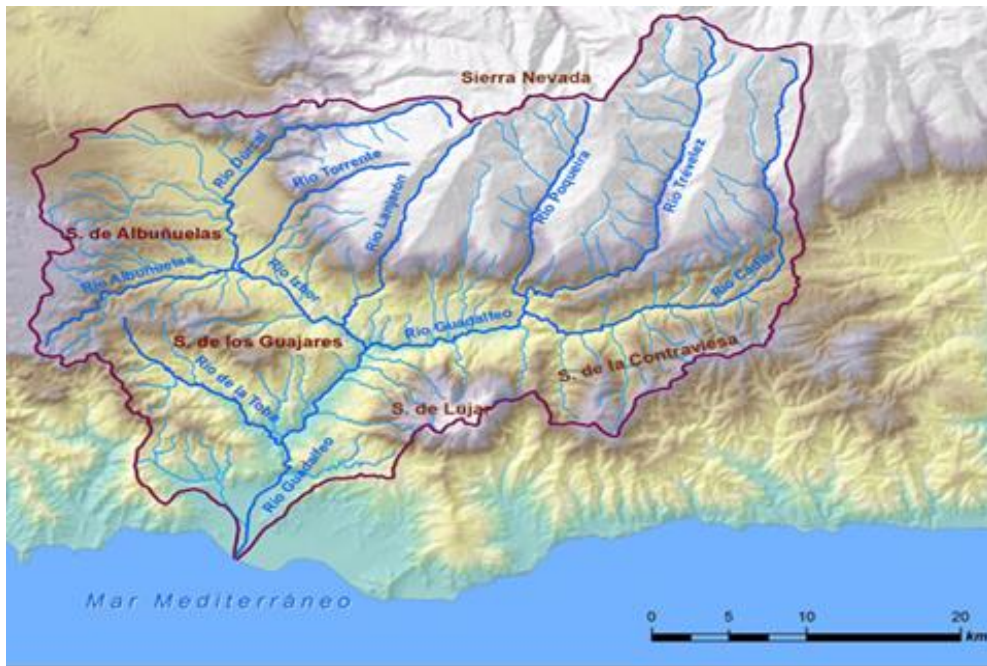


Figura 1: Mapa hipsométrico de la cuenca del río Guadalfeo. Extraído de Itinerarios Geológicos UGR, 2018.

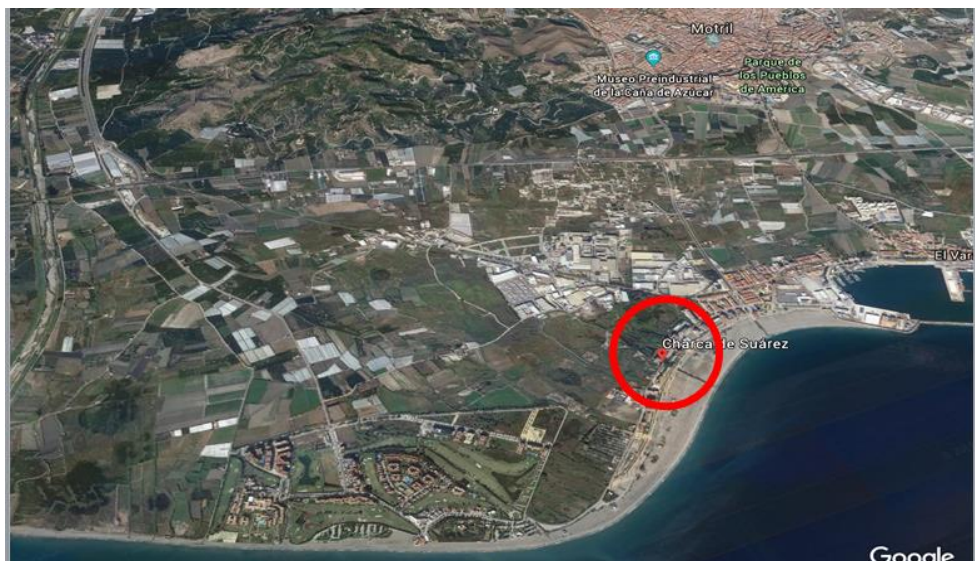


Figura 2: Ubicación Charca de Suárez. Fotografía obtenida de Google Earth.

En esta zona se realizaron numerosas actividades de restauración como fue el cambio de uso de la vega al reducir la actividad agrícola de áreas próximas, de esta manera se garantizaba el caudal ecológico del río Guadalfeo. Otras medidas fueron impedir el entubamiento de las acequias y se construyeron cunetas verdes que permiten menor velocidad en la escorrentía del agua de lluvia lo que favorece una mayor capacidad de infiltración, también promueve el asentamiento de nutrientes. Se tuvo que realizar una mejora en calidad de las aguas de las lagunas ya que estaban muy deterioradas por los vertidos industriales y abonos agrícolas. Uno de los métodos consistió en la introducción de plantas acuáticas que han oxigenado las aguas a la vez que sirven de alimento y refugio para distintas especies del

ecosistema. Todas las medidas llevadas a cabo han provocado que el espacio haya ganado en biodiversidad y densidad de especies, siendo hoy día uno de los Parajes Naturales mejor conservados y cuidados de Andalucía, donde las nuevas generaciones de escolares aprenden a relacionarse con la naturaleza.

La Charca de Suarez está declarada Reserva Natural Concertada. Se trata de una figura de protección que, sin reunir los requisitos que caracterizan las figuras de Paraje Natural y Parque Periurbano, merecen una singular protección en la legislación básica estatal.

El establecimiento de Reservas Naturales Concertadas es competencia municipal; no obstante, se requiere previamente informe de la Consejería competente en materia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. En el año 2007 fue incluida en el Inventario de Humedales de Andalucía ya que reúne condiciones ambientales y ecológicas de excepcional interés.

En la actualidad en sus catorce hectáreas se encuentran tres cubetas principales: Aeneas, Taraje y Lirio. Todas ellas con diferentes profundidades, desde lagunas con zonas profundas donde pueden habitar aves buceadoras y organismos con unos mayores requerimientos hídricos hasta las lagunas formadas por una fina lámina de agua. Con la recuperación de las cubetas lagunares y una mayor regulación en la entrada de aguas se ha conseguido que las lagunas de la Charca se hayan duplicado y que ya sean ocho láminas de agua las que se consideran lagunas (Fig. 3).

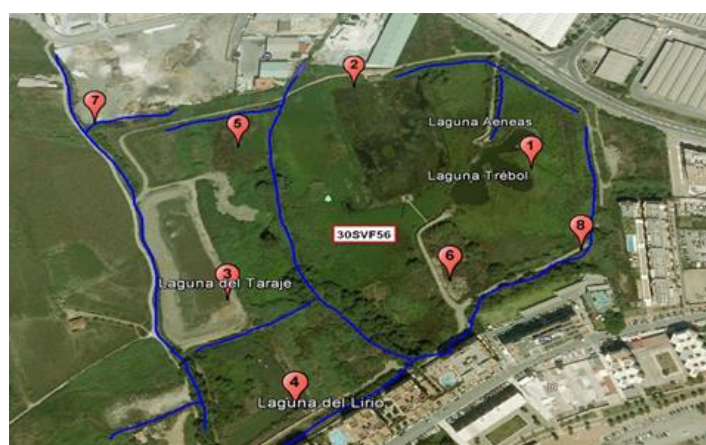


Figura 3: Localización de las distintas lagunas de la Charca de Suárez. Extraído de Conesa (2014).

Es uno de los mejores puntos de observación de aves de toda Europa, un espacio donde se pueden contemplar, más de una decena de especies diferentes de aves acuáticas salvajes, como fochas, ánades azulones, gallinetas, garzas reales, gaviotas reidoras, calamones, y otras muchas especies que utilizan las aguas de las lagunas de Motril para reproducirse y para descansar en sus migraciones. Se pueden localizar especies catalogadas en peligro de extinción como la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*, Scopoli, 1769), la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*, Menetries, 1832), el porrón pardo (*Aythya nyroca*, Gmelin, 1770) y la focha moruna (*Fulica cristata*, Gmelin, 1789), entre otras. También podemos encontrar gran variedad de anfibios y reptiles como la rana común, ranita meridional y el galápago leproso. Sin embargo, de insectos los estudios son mucho más reducidos. Además, de la belleza y riqueza paisajística también aportan un valor turístico a la zona.

El estudio se ha realizado en dos lagunas permanentes, la del Lirio y la de Aeneas, que presentan diferencias tanto en morfometría como en condiciones físico-químicas.

Laguna del Lirio

Fue recuperada en 2008 tras su desecación cuando se consideró el suelo urbanizable. Está formada por aguas permanentes las cuales alcanzan una profundidad de 80 cm a lo largo de toda la laguna por lo que la profundidad es uniforme. La vegetación dominante en las orillas está formada por *Juncus* sp., *Tamarix* sp., entre otras. Además, sus aguas están cubiertas por *Ceratophyllum demersum* L., una planta resistente con una gran capacidad de adaptación que desarrolla largos tallos que alcanzan la superficie (Figs. 4 y 5).



Figura 4: Laguna del Lirio, zona habilitada para la puesta de aves (M^a Dolores Barón Rodríguez, abril 2018).

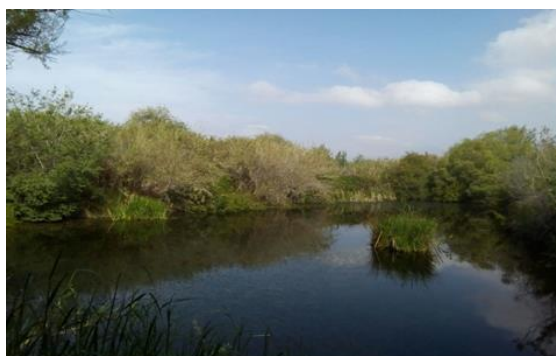


Figura 5: Laguna del Lirio (M^a Dolores Barón Rodríguez, abril 2018).

Laguna de Aeneas

Es una laguna natural, que no ha sufrido un proceso de restauración. Son aguas permanentes, la lámina actual de agua alcanza hasta los tres metros de profundidad, encontrando profundidad variable en toda la extensión de la charca. En las orillas de grava encontramos distintas especies de vegetación, predominando los macrófitos, cañas (*Arundo* sp.) y algas filamentosas. Es la laguna principal de la Charca de Suarez, constituye una gran lámina de agua en la que es posible ver grupos de ánades, numerosas fochas, cormoranes,

garzas reales, gaviotas, aguilucho lagunero, e incluso algún zorro y jabalí que se acercan a las orillas. (Fig. 6)



Figura 6: Laguna de Aeneas (Carmen Zamora, abril 2018).

Medida de datos fisico-químicos

En cada laguna se midió el pH, la conductividad y la temperatura con una sonda multiparamétrica (sympHony SP9OM5). Se midió también el oxígeno disuelto (en mg/l y %) con un oxímetro (EUTECH INSTRUMENTS DO 450). Además se tomaron muestras de agua de una zona sin perturbación antes de realizar el muestreo de macroinvertebrados para analizar la turbidez y clorofila en el laboratorio se midieron con un fluorímetro (AquaFluor Turner Designs, Sunnyvale, CA, USA. Model: 8000-010, Serial Number 802957). Para calcular la concentración de clorofila se realizó una curva patrón a partir de los datos de absorbancia medidos.

Muestreo de macroinvertebrados

Los muestreos se llevaron a cabo el 25 de abril del 2017. Se utilizó una metodología semi-cuantitativa que consistió en tomar un total de 15 redadas distribuidas proporcionalmente por los distintos hábitats de la charca (emergentes, sumergidos, etc.) con una manga con tamaño de malla de 500 μm . El material recogido fue introducido en botes, y las muestras se fijaron con alcohol al 96% para su posterior separación y estudio en el laboratorio.

Todo el material de campo fue desinfectado con lejía diluida entre puntos de muestreo para evitar la contaminación por hongos.

Separación e identificación de los macroinvertebrados

En el laboratorio comenzó el proceso de separación e identificación del material. Primero se colocaba parte de la muestra sobre un tamiz y se limpiaba de arena bajo el grifo. Posteriormente se depositaba en una cubeta con agua y se separaban los individuos con pinzas según su grupo taxonómico superior (filo, clase u orden) y se iban introduciendo en viales debidamente etiquetados. Este proceso se realizó bajo un foco de luz y, en ocasiones, bajo

lupa. Una vez se hubo separado todo el material, comenzó su identificación hasta familia y género (o especie, siempre que fue posible). De cada vial se iba extrayendo con pinzas cada individuo y se iba depositando en una placa de Petri de cristal con alcohol, ésta se colocaba bajo una lupa binocular (MOTIC SMZ-168) utilizando un auxiliar de luz fría (L-150) para su correcta identificación. La lupa incluía un micrómetro que era útil para conocer el tamaño de las diferentes partes del animal. Para la identificación de los distintos órdenes de macroinvertebrados se usaron en primer lugar claves generales (Tachet *et al.*, 2010; Sansoni, 2005) y, posteriormente, para conseguir un mayor detalle taxonómico en algunos grupos con menor dificultad, se usaron claves más específicas de distintos órdenes de insectos, como son: Odonatos (Conesa, 1985) y Heterópteros (Nieser *et al.*, 1994).

El material era etiquetado con el nombre del taxón al que pertenecían, el nombre de la laguna en la que se recolectó y la fecha del muestreo. Se realizaron fotografías de los ejemplares.

La información de hábitat preferente, alimentación y grupo trófico funcional al que pertenece cada taxón identificado están extraídas de las obras de Tachet *et al.* (2010), Merritt & Cummins (1996), Tomanova *et al.* (2006) o el Manual de Campaioli (1994).

Análisis de datos

Con el objetivo de evaluar la biodiversidad y comparar las comunidades de macroinvertebrados de las dos lagunas de la Charca de Suarez, se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el de equidad de Pielou (J') y el índice de dominancia de Simpson (λ). La razón para aplicar estos índices es analizar la diversidad dentro de la comunidad (diversidad alfa) en base a la abundancia proporcional de los distintos taxones y comparar comunidades biológicas. El índice de Shannon y el de equidad de Pielou son índices generalmente usados para medir la abundancia proporcional de especies en una comunidad, mientras que el índice de Simpson también se aplica con frecuencia para estudiar el grado de dominancia (Moreno, 2001).

La utilización de estas medidas suele hacerse dentro de un contexto funcional, suponiendo que la diversidad o el reparto de los individuos es consecuencia, bien de las interacciones ecológicas entre ellos, bien de las relaciones entre estos y de su medio-ambiente. De los índices que utilizamos cada uno expresa una característica de la comunidad.

-Índice de Shannon-Wiener (H')

Se trata de un índice de equidad, relaciona la abundancia relativa (uniformidad) y el número de especies (riqueza). En los ecosistemas naturales este índice varía desde cero, cuando solamente hay una especie, a un valor máximo cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. El valor máximo suele estar cercano al cinco, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superar este valor. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y los arrecifes de coral. Una de las debilidades del índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio (Moreno, 2001; Ramos, 2017; Segnini, 1996).

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i) * (\ln (p_i))$$

Dónde:

S= número de taxones (riqueza)

P_i = proporción de individuos de los taxones i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa del taxón i), n_i/N

n_i = Número de individuos del taxón i

N= Número de todos los individuos

-Equidad de Pielou (J')

Con base en los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener, expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada. Varía entre cero 0 y 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todos los grupos son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Dónde:

S= número de taxones (riqueza)

H' = Índice de Shannon-Wiener

$H'_{\max} = \ln (S)$

-Índice de dominancia de Simpson (λ)

El índice de diversidad de Simpson es otra de las medidas que permite cuantificar la riqueza de organismos y la biodiversidad de un hábitat. Su valor es inverso a la equidad, y la ecuación deriva de la teoría de probabilidades midiendo la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos ‘extracciones’ sucesivas al azar sin ‘reposición’. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat (Moreno, 2001; Ramos, 2017).

$$\text{Índice de Simpson } (\lambda) = \sum p_i^2$$

n_i = número de individuos del taxón

N= número total de individuos

P_i = abundancia proporcional del taxón i .

RESULTADOS

Parámetros ambientales

Con respecto a las variables medidas en las lagunas, se observa que hay una mayor concentración de clorofila en la laguna del Lirio que en la de Aeneas. Por otra parte, los valores de pH son cercanos a la neutralidad, y la conductividad de las dos lagunas también tienen valores próximos y elevados. Existe una ligera diferencia en las concentraciones y el porcentaje de saturación de oxígeno siendo mayor en la laguna de Aeneas (Tabla 1).

Charca de Suárez	Hora	Clorofila (µg/L)	Turbidez (A)	Oxígeno (mg/L)	Oxígeno (%)	Temperatura (°C)	pH	Conductividad (µS/cm)
Laguna de Aeneas	11:30	4,34	0,006	13,40	150,80	20,70	6,99	1062
Laguna del Lirio	12:30	280,85	0,024	11,34	119,70	18,20	6,87	990

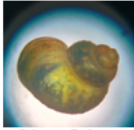
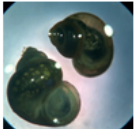
Tabla 1: Resultados de los parámetros ambientales

Taxones identificados

A continuación, se presenta en forma de tabla el listado de macroinvertebrados capturados en cada laguna, agrupados por órdenes o taxón superior, y se detallan la familia, género y especie (siempre que fue posible) al que pertenecen, el hábitat (biotopo) preferente, alimentación y grupo trófico funcional (colector, filtrador, depredador, detritívoro, fragmentador y ramoneador). También se añade una fotografía ilustrativa de los ejemplares.

Se identificaron un total de 9 taxones pertenecientes a 19 familias (reconociendo 6 de ellas a nivel de género) dentro de 3 filos (filo Arthropoda, Mollusca y Annelida).

FILO MOLLUSCA

FAMILIA	BIOTOPO	ALIMENTO	MODO DE ALIMENTACIÓN	LAGUNA OBSERVADA	FOTOGRAFÍA
Bithyniidae	Macrófitos y fango	Detritus vegetal	Ramoneador	Aeneas	 Género <i>Bithynia</i>
Hydrobiidae	Macrófitos	Restos vegetales	Ramoneador	Aeneas	 Género <i>Bythinella</i>
Physidae	Macrófitos de sustratos duros	Macrófitos	Ramoneador	Lirio y Aeneas	 <i>Physa acuta</i> (Draparnaud, 1805)

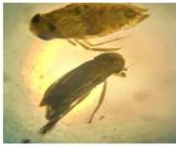
FILO ANNELIDA

Clase Oligoqueta

FAMILIA	BIOTIPO	ALIMENTO	MODO DE ALIMENTACIÓN	LAGUNA OBSERVADA	FOTOGRAFÍA
Tubificidae	Macrófitos, suelos húmedos, sustratos varios, fangos, etc	Limos, restos vegetales, microflora, sedimentos orgánicos	Colector	Aeneas	 Familia Tubificidae

FILO ARTHROPODA

Orden Heteroptera

FAMILIA	BIOTOPO	ALIMENTO	MODO DE ALIMENTACIÓN	LAGUNA OBSERVADA	FOTOGRAFÍA
Mesoveliidae	Orillas y vegetación de ribera	Insectos muertos o moribundos, especialmente de Culicidos y Quironómidos	Depredador, succionador	Lirio	 Género <i>Mesovelia</i>
Nepidae	Aguas estancada, poco profundas o fondos fangosos	Invertebrados y pequeños peces	Depredador, cazan al acecho con sus patas raptoras. También succionador	Lirio	 Género <i>Nepa</i>
Pleidae	Macrófitos	Microcrustáceos	Depredador y succionador	Lirio y Aeneas	 Género <i>Plea</i>
Naucoridae	Macrófitos	Invertebrados	Depredador y succionador	Lirio y Aeneas	 Género <i>Naucoris</i>
Corixidae	Macrófitos, charcas y pantanos. Capacidad de vuelo permite colonizar otros medios	Algas y restos de invertebrados	Depredador	Aeneas	 Género <i>Micronecta</i>
				Lirio	 Género <i>Corixa</i>

Orden Diptera

FAMILIA	BIOTOPO	ALIMENTO	MODO DE ALIMENTACIÓN	LAGUNA OBSERVADA	FOTOGRAFÍA
Culicidae	Fondos fangosos y aguas estancadas	Restos finos de microinvertebrados y microflora	Colector	Lirio	
Chironomidae	Gran diversidad de hábitats	Algas y restos orgánicos de microinvertebrados	Colector	Aeneas	
Ceratopogonidae	Gravas y arenas	Restos orgánicos de microinvertebrados	Depredador	Aeneas	

Orden Plecoptera

FAMILIA	BIOTIPO	ALIMENTO	MODO DE ALIMENTACIÓN	LAGUNA OBSERVADA	FOTOGRAFÍA
Nemouridae	Piedras y restos de musgo	Restos vegetales	Fragmentador	Lirio	 Género <i>Nemoura</i>

Orden Ephemeroptera

FAMILIA	BIOTIPO	ALIMENTO	MODO DE ALIMENTACIÓN	LAGUNA OBSERVADA	FOTOGRAFÍA
Baetidae	Piedras y macrófitos	Algas y restos orgánicos	Fragmentador, colector	Lirio y Aeneas	 Género <i>Baetis</i>

Orden Odonata

FAMILIA	BIOTIPO	ALIMENTO	MODO DE ALIMENTACIÓN	LAGUNA OBSERVADA	FOTOGRAFÍA
Coenagrionidae	Vegetación de ribera	Insectos, pequeños crustáceos u otros odonatos	Utilizan la máscara para cazar. Estrictamente depredadores	Lirio	 Género <i>Coenagrion</i>
Aeschnidae	Vegetación o detritus vegetales	Insectos, pequeños crustáceos u otros odonatos	Utilizan la máscara para cazar. Estrictamente depredadores	Lirio	 Género <i>Anax</i>
Libellulidae	Sobre o dentro del fango	Insectos, pequeños crustáceos u otros odonatos	Utilizan la máscara para cazar. Estrictamente depredadores	Lirio	 <i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)

Orden Coleoptera

FAMILIA	BIOTOPO	ALIMENTO	MODO DE ALIMENTACIÓN	LAGUNA OBSERVADA	FOTOGRAFÍA
Dytiscidae	Vegetación, fango y musgo	Todos los organismos acuáticos	Depredador y succionador.	Lirio	 Género <i>Cybister</i>
				Lirio	 Género <i>Dytiscus</i>
				Lirio	 Género <i>Hyphydrus</i>

FAMILIA	BIOTOPO	ALIMENTO	MODO DE ALIMENTACIÓN	LAGUNA OBSERVADA	FOTOGRAFÍA
Dytiscidae	Vegetación, fango y musgo	Todos los organismos acuáticos	Depredador y succionador	Aeneas	 Género <i>Laccophilus</i>
				Aeneas	 Género <i>Hydrovatus</i>
Haliplidae	Algas	Algas filamentosas	Herbívoro, detritívoro	Aeneas	 Género <i>Peltochytes</i>
				Lirio	 Género <i>Haliphys</i>

Subclase Acarina

TAXÓN	BIOTIPO	ALIMENTO	MODO DE ALIMENTACIÓN	LAGUNA OBSERVADA	FOTOGRAFÍA
No se identificaron familias	Terrestres, acuáticos e incluso medios marinos	Restos de animales y vegetales	Depredador, fitófago, parásito y hematófago	Aeneas	 Subclase Acarina

Abundancia de individuos

En total se recolectaron 1706 individuos, 866 en la laguna de Aeneas y 840 en la laguna del Lirio (Apéndice I). De la laguna del Lirio los taxones más representativos fueron el filo Arthropoda, y dentro de él dominó en abundancia el orden Heteroptera. Dentro del orden los géneros más abundantes fueron los géneros *Naucoris* y *Plea*. En cuanto al filo Mollusca el único género presente fue *Physa*. En la laguna de Aeneas el grupo más abundantes de los heterópteros fue la familia Corixidae, en concreto los géneros *Corixa* y *Micronecta*. Otro orden destacado fue el orden Diptera siendo la familia Chironomidae la más representativa (Fig. 7).

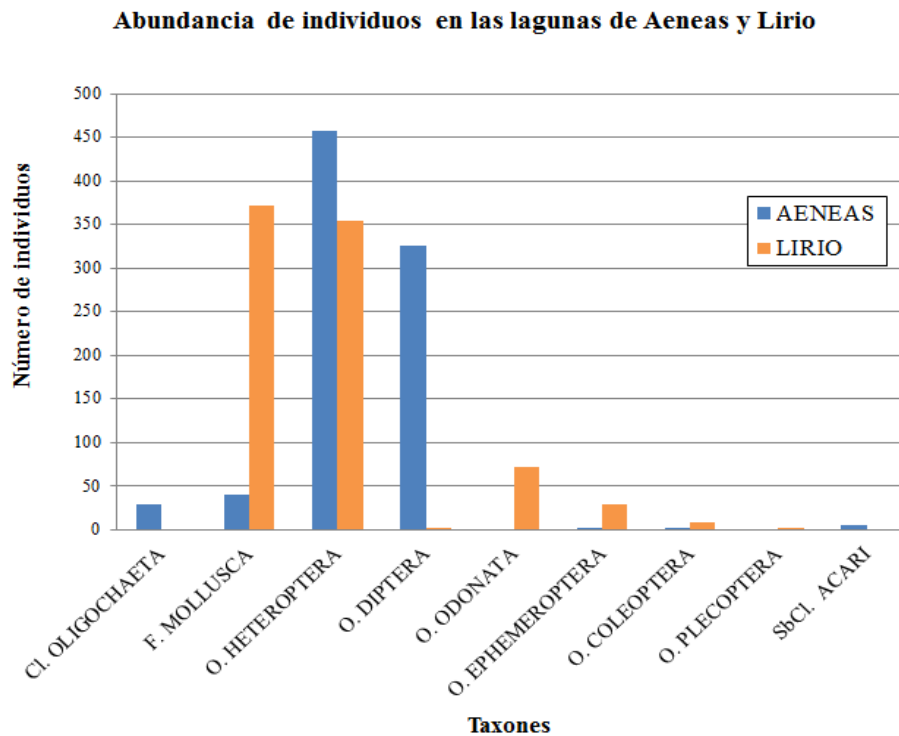


Figura 7: Riqueza de taxones recolectados en la laguna del Lirio (naranja) y Aeneas (azul).

Porcentaje de grupos tróficos funcionales

En la laguna de Aeneas (Fig. 8) se observa que el grupo trófico funcional mayoritario fueron los depredadores, siendo los colectores el segundo más amplio.

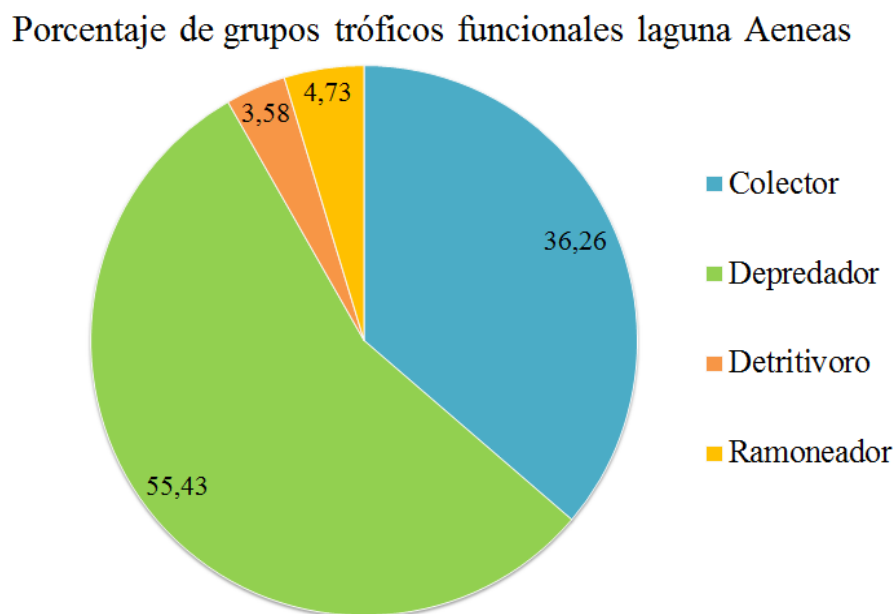


Figura 8: Gráfico de sectores con los grupos tróficos funcionales de la laguna de Aeneas.

Porcentaje de grupos tróficos funcionales de la laguna del Lirio

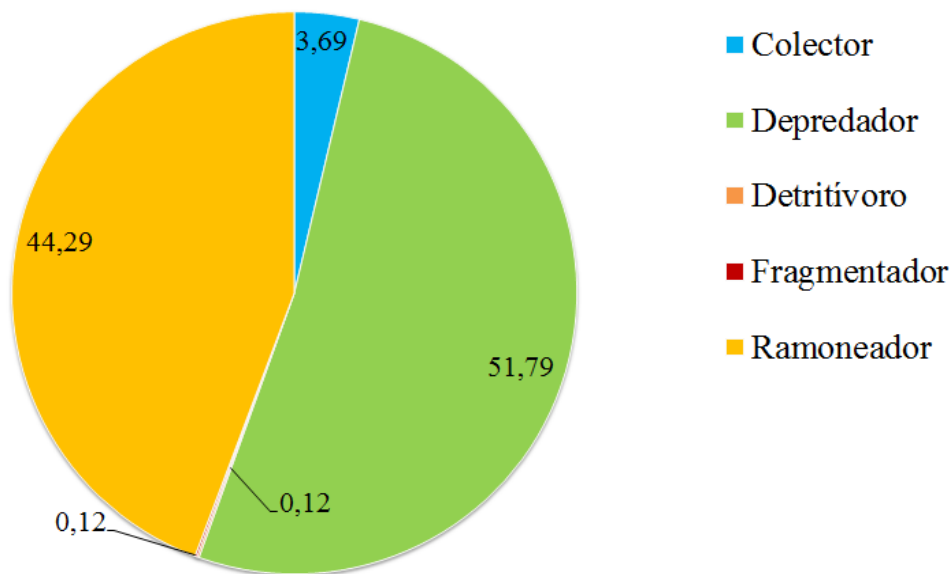


Figura 9: Gráfico de sectores con los grupos tróficos funcionales de la laguna del Lirio.

En la laguna del Lirio, el grupo trófico funcional principal y con un porcentaje similar, al de la laguna de Aeneas, siguió siendo el de los depredadores pero en este caso el segundo más representativo fueron los ramoneadores (Fig. 9).

Dentro de cada grupo trófico podemos encontrar los distintos taxones:

- Colectores: *G. Baetis* (efemerópteros), F. Chironomidae y F. Culicidae (dípteros).
- Depredadores: *G. Cybister*, *G. Dytiscus*, *G. Hydrovatus*, *G. Hyphydrus*, *G. Laccophilus*, (coleópteros); F. Corixidae (*G. Corixa* y *G. Micronecta*), *G. Mesovelis*, *G. Naucoris*, *G. Nepa*, *G. Plea* (heterópteros); *G. Anax*, *G. Coenagrion*, *Crocothemis erythraea* (odonatos); F. Ceratopogonidae (díptero) y SbCl. Acari.
- Detritívoros: *G. Halipus*, *G. Peltodytes* (coleópteros) y F. Tubificidae (oligoquetos).
- Fragmentadores: *G. Nemoura* (plecóptero).
- Ramoneadores: *G. Bithynia*, *G. Bythinella*, *G. Physa*, *G. Planorbarius* (moluscos).

Índices de diversidad

En la laguna de Aeneas el índice de Shannon-Wiener tuvo un valor $H' = 1,518$, y en la laguna del Lirio $H' = 1,649$ (Apéndice I). Según lo antes planteado se podría decir que ambas lagunas no tienen una elevada biodiversidad de macroinvertebrados ya que son valores

alejados del valor máximo de diversidad que sería $H'_{\max} = 2,77$ para la laguna de Aeneas y 2,89 para la laguna del Lirio.

En la laguna de Aeneas el índice de Pielou tuvo un valor $J' = 0,548$, y en la laguna del Lirio $J' = 0,571$ (Apéndice I). Puesto que el valor máximo de este índice es de 1 ambas lagunas presentaron unos niveles de equidad bajos.

En la laguna de Aeneas el índice de Simpson tuvo un valor $\lambda = 0,283$, y en la laguna del Lirio $\lambda = 0,269$ (Apéndice I). Ambas lagunas presentaron similar probabilidad de que dos individuos muestreados al azar pertenecieran al mismo taxón. Al ser cercano a cero indica una diversidad alta.

DISCUSIÓN

La laguna del Lirio presentó una temperatura de 18,2 °C mientras que en la laguna de Aeneas la temperatura es ligeramente superior, posiblemente por su mayor exposición a la luz y ausencia de zonas con sombras. El pH en ambas fue similar y cercano a la neutralidad, posiblemente porque se abastecen de las mismas aguas subterráneas. La turbidez tuvo unos valores más elevados en la laguna del Lirio, lo que pudo estar relacionado con la presencia de peces que generan movimientos levantando y mezclando sedimentos del fondo. La conductividad del agua es una medida relacionada con la concentración química de sales disueltas. Los valores estándar de conductividad para lagunas oscilan entre 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o menos en aguas muy puras, y desde 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para las fuertemente mineralizadas. Una conductividad similar a las obtenidas (en torno a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) corresponde a aguas dulces duras (Margalef, 1983). Gran parte de las diferencias encontradas entre las lagunas estudiadas pudo deberse a la presencia de la especie *C. demersum* en la laguna del Lirio. Es un macrófito de rápido crecimiento y compite con las algas ya que, al consumir gran parte de los nutrientes, principalmente nitratos, los eliminan del agua y por lo tanto impiden que sean utilizados por ellas (Keskinkana, 2004). Cuando hay aportes de fertilizantes, aguas residuales u otros contaminantes prolifera en gran medida y su posterior descomposición conlleva un aumento de los nutrientes en el fondo. Este crecimiento desmesurado genera una lámina en la superficie de la laguna haciendo que la luz no puede llegar a las diferentes zonas afectando al crecimiento del fitoplancton y disminuyendo la concentración de oxígeno (García *et al.*, 2009). En un estudio anterior se achacó la falta de ninfas de odonatos en esta laguna a la presencia de este macrófito (Conesa, 2014). Sin embargo, según este estudio la laguna del Lirio alberga odonatos y en Aeneas no fueron muestreados, por lo que la presencia del macrófito no tiene por qué tener relación directa con la presencia o ausencia de odonatos. Además, en estudios previos se ha visto que gran cantidad de macroinvertebrados viven asociadas a esta especie de macrófito, aunque un crecimiento excesivo generaría un ambiente desfavorecedor, afectando a la abundancia de los diferentes invertebrados bentónicos (Chilton II, 2011). Sin embargo, la concentración de clorofila, relacionada con la producción primaria de las lagunas, sí parece indicar diferencias entre ellas. En este caso la concentración fue menor en la laguna de Aeneas que en la del Lirio, esto podría deberse a la ausencia de *C. demersum* en estas aguas.

Con respecto al análisis de macroinvertebrados muestreados el grupo predominante en ambas lagunas fue el filo Arthropoda. En la laguna del Lirio también destacó el filo Mollusca con mayor proporción de individuos que el filo de los artrópodos. Dentro de este grupo destacó el orden heterópteros con clara diferencia. Es un grupo muy frecuente en las lagunas de la península ibérica, pueden encontrarse en cualquier estación del año, pero la probabilidad de observación es mucho mayor en primavera y verano, momento en el cual se realizó el muestreo. Las familias más fáciles de observar son Notonectidae, Corixidae y Gerridae, ya que incluyen el mayor número de especies y suelen ocupar los ambientes más accesibles para la observación. Pleidae y Nauroridae son familias que viven entre la vegetación sumergida. Y Mesoveliidae y Veliidae caracterizadas por su pequeño tamaño también es común encontrarlas en estos hábitats. En general todas estas familias se pueden encontrar cerca de las orillas umbrías de aguas someras, estancadas o de corrientes moderadas, donde caminan entre la vegetación o por tapices de algas y musgos (Nieser *et al.*, 1994).

En la laguna del Lirio, hay que destacar la presencia de un plecóptero debido a que suelen vivir asociados a aguas relativamente frías y oxigenadas (Hynes, 1976; Fochetti & Tierno de Figueroa, 2008). No obstante, en la península ibérica y algunos otros enclaves mediterráneos, existen algunas especies de plecópteros adaptados a ambientes más termófilos de media y baja montaña, a menudo en arroyos de carácter temporal (Tierno de Figueroa *et al.*, 2003). El género *Nemoura*, al que pertenece la ninfa colectada, incluye tres especies en Granada: *Nemoura cinérea* (Newman, 1853), *N. lacustris* (Pictet, 1865) y *N. fulviceps* (Klapálek, 1902), (Tierno de Figueroa *et al.*, 2003). A pesar de que el estudio de ejemplares adultos permitiría confirmar la identificación específica, la ninfa encontrada posiblemente pertenece a la especie *N. lacustris*. De hecho, *N. lacustris* es la especie que aparece más asociada a ambientes temporales y la que ha sido hallada a menor altitud (existen datos de su presencia a 15 m sobre el nivel del mar; Sánchez-Ortega *et al.* 2003). Por otra parte, dado que tan sólo se ha colectado una ninfa y que no se colectaron adultos (pese a efectuar un muestreo durante el periodo de vuelo de la especie), es probable que la ninfa llegara a este espacio natural por efecto de deriva fluvial y que realmente no constituya una población dentro del mismo.

Ambas lagunas presentaron unos valores de diversidad intermedios y con más dominancia de unos grupos sobre otros. Según el índice de Simpson la diversidad es alta, ya que los valores son cercanos a cero. Este índice da más peso a las especies abundantes y subestima a las especies raras, de ahí que salga comparativamente más elevado que el de Shannon. Los valores de diversidad fueron ligeramente superiores en la laguna del Lirio, pero puesto que disponemos de un solo dato y son valores muy cercanos, no se puede estimar que una laguna tenga mayor biodiversidad que la otra. Sí obtuvimos diferencias en la composición de macroinvertebrados, tanto a nivel taxonómico como en relación a los grupos tróficos funcionales.

En relación con los grupos tróficos funcionales de macroinvertebrados, en ambas lagunas los depredadores formaron el 50% del total. Los principales grupos de macroinvertebrados depredadores en lagos y lagunas pertenecen a los órdenes coleópteros, heterópteros y odonatos (Schowalter, 2006). De ellos, los dos primeros grupos presentan formas adultas acuáticas y voladoras, que pueden desplazarse de una laguna a otra aprovechando la distinta disponibilidad y abundancia de presas (Margalef, 1983; Smith & Smith, 2009).

Por otra parte, la principal diferencia entre las lagunas estuvo en relación con los segundos grupos tróficos mayoritarios, así como con los taxones que los componen. En la laguna del Lirio este grupo trófico estuvo compuesto por moluscos, en concreto del género

Physa. Las condiciones ambientales de esta laguna potenciadas por la presencia de *C. demersum* generan un medio eutrófico con alta producción primaria y gran contenido de nutrientes que favorecen la presencia de ramoneadores. En la laguna de Aeneas este grupo trófico estuvo muy poco representado. Sin embargo, los colectores, formados en su mayoría por dípteros quironómidos, pasaron formar el segundo grupo más abundante. Esta abundancia de colectores puede presentar relación con que en la laguna de Aeneas la turbidez sea menor que en la del Lirio (De la Fuente, 1994; Gardiner, 1977).

Es importante tener en cuenta que generalmente en macroinvertebrados los diferentes hábitos alimenticios dependen del estadio en el que se encuentre el organismo dentro del ciclo vital del taxón en cuestión (De la Fuente, 1994; Smith & Smith, 2009) por lo tanto, los porcentajes obtenidos variarán en función del momento del muestreo que condicionará la recogida de larvas o adultos.

Con los datos obtenidos se puede continuar el trabajo de estudio de macroinvertebrados en todas las lagunas y en distintas épocas del año para conocer la variabilidad temporal en la composición faunística de las charcas puesto que es un espacio de gran relevancia (Reserva Natural Concertada). Una medida a llevarse a cabo sería la reducción de la eutrofización de las aguas, por ejemplo, disminuyendo la presencia de *C. demersum*, esto también afectaría a la composición de macroinvertebrados de esta zona. Otra medida para aumentar la diversidad de los sistemas sería reducir la fuente de alimento del taxón dominante, y por su parte en la laguna de Aeneas se podría aumentar la diversidad creando más hábitats.

CONCLUSIÓN

Con los datos de este estudio se contribuye a ampliar el conocimiento sobre la riqueza y abundancia de macroinvertebrados en las lagunas de la Charca de Suárez. Estos han revelado una diversidad en ambas lagunas con valores intermedios y una dominancia relativamente baja. El grupo trófico funcional mayoritario en ambas lagunas fue el de los depredadores formado en su mayoría por artrópodos. Las diferencias en producción primaria entre ambas lagunas guardan relación con la composición de las comunidades bentónicas. No obstante, al tratarse de un único muestreo los resultados sobre la composición y su relación con los parámetros ambientales medidos no son concluyentes. Por ello sería necesario continuar recopilando datos de estas áreas para poder llegar a un conocimiento más cercano de la realidad que compone la laguna del Lirio y la laguna de Aeneas.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, M. (1987). Las lagunas de la España peninsular. *Limnetica*, 15(1): 176 pp.

Alonso, M. & Comelles, M. (1981). Criterios básicos para la clasificación limnológica de las aguas continentales de pequeño volumen de España. Act. I Congreso español limnología, 35-42.

Blanco Neira, J. M., Gandarias Iglesias, O., García de Bikuña Redondo, B., Aguirre Gaitero, A., Fraile Fraile, H., Moso Díez, M., Leonardo Ibarrola, J. M., Hierro Ibáñez, A., García Usabiaga, I., Torregaray Pagola, S., Nanclares Medrano, E., Santos Beiztegi, O., Docampo Pérez, L., Bustillo Ramirez, J. A., Llorente Rodríguez, M., Alba Corral, S., Llorente González, J., Urrizalki Oroz, I., Agirre Otaegi, C., Aramburu Calafell, T., Pastor Remiro, R., Azpiroz Colmenero, I., Pérez Leoz, R., Etxenike Olano, E., Cuevas Díez, E., Guardiola i Bufí, M.,

- Armengol Bachero, J., Sabater Comas, F., Orlando Matxinbarrena, R., Aguirre Ayerbe, I. (2002). Caracterización de las masas de agua superficiales de la CAPV. Tomo IV: caracterización de los humedales de la CAPV - I (vertiente cantábrica), 4 (1).
- Brönmark, C. & Hansson, L. (2005). The biology of lakes and ponds. Oxford University Press, Oxford [u.a.].
- Campaioli, S., Ghetti, P. F., Minelli, A. & Ruffo, S. Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Provincia Autonoma di Trento, Trento.
- Chilton II, E. W. (2011). Macroinvertebrate Communities Associated with Three Aquatic Macrophytes (*Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, and *Vallisneria americana*) in Lake Onalaska, Wisconsin. *Journal of Freshwater Ecology*, 5: 455-466.
- Conesa García, M. A. (1985). Claves para la identificación de la fauna española, 14 larvas de odonatos. Cátedra de Entomología, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid. Ed. de la Universidad Complutense.
- Conesa García, M. A. (2014). Fauna odonitológica en la “Charca de Suárez”, (Motril, Granada, España). *Boletín de la Asociación Odonatológica de Andalucía*, 2: 12-24.
- De la Fuente Freyre, J. A. (1994). Zoología de artrópodos. Ed. Interamericana, Mac Graw-Hill, Madrid, 950 pp.
- Espinoza, N. & Morales, F. E. (2008). Macroinvertebrados bentónicos de la laguna las Peonías, estado Zulia, Venezuela. *Boletín del centro de investigaciones biológicas*, 42(3): 345–363.
- Fochetti, R. & Tierno de Figueroa, J.M. (2008). Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 365–377.
- García Murillo, P., Fernández Zamudio, R., Cirujano Bracamonte, S. (2009). Habitantes del agua. Macrófitos. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, 114-117.
- Gardiner, M. S. (1977). Biología de los invertebrados. Ed. Omega, 948pp.
- Hernando Soriguer, A., Vidal Cordero, J. M., Cortés Merino, S., Urbano Tenorio, F., Hita Ordóñez, D., Caballero Cid, M. (2015). Primera cita de *Trithemys kirbyi* (Sélys, 1891) (Odonata: Libellulidae) en la Reserva Natural del Humedal de Padul (Granada, Sureste de la Península Ibérica). *Asociación Odonatológica de Andalucía*, 3: 3-6.
- Hynes, H. B. N. (1976). Biology of Plecoptera. *Annual Review of Entomology*, 21: 135–153.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona.
- Merritt, R. W. & Cummins, K. W. (1996). Introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. SEA, Zaragoza.
- Nieser, N., Baena, M., Martínez-Avilés, J. & Millán, A. (1994). Claves para la identificación de los heterópteros acuáticos (nepomorpha & gerromorpha) de la península ibérica. Con notas sobre las especies de las Islas Azores, Baleares, Canarias y Madeira. En claves de identificación de la flora y fauna de las aguas continentales de la península ibérica, pp. 1-112.
- Keskinkana, O., Goksub, M.Z.L., Basibuyuka, M., Forster, C.F. (2004). Heavy metal adsorption properties of a submerged aquatic plant (*Ceratophyllum demersum*). *Bioresource Technology*, 92: 197-200.
- Paracuellos, M., Cardenete Fernández, J. R., Robledano, F. (2007). Ecología y conservación de los humedales litorales y sus aves en el sudeste ibérico. *Paralelo 37* (19): 11-44.
- Ramos Rodríguez, E., Carrillo Lechuga, P., Castro Gutiérrez, J., Hodar Correa, J. A., Jabalera Cabrerizo, M., Leverkus, A. B., López Rodríguez, M. J., Medina Sánchez, J. M., Morales Baquero, R., Pérez Martínez, C., Serrano Ortiz, P. & Villar Argáiz, M. (2017). Manual de Prácticas de Ecología de Sistemas. Godel Impresiones Digitales SL, 33-41.
- Rivera Usme, J. J., Pinilla Agudelo, G. & Camacho Pinzón, D. L. (2013). Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia. *Acta biológica colombiana*, 18 (2).

Rodríguez Martínez, J. (2013). Ecología. Ed. Pirámide (Grupo Anaya, S.A.), 504 pp.

Rodríguez Rodríguez, M., Cruz Pizarro, L., Cruz Sanjulian, J.J., Benavente, J. & Almécija, C. (2001). Caracterización limnológica de dos lagunas saladas del sur de la península ibérica. *Limnetica*, 20(2): 233-243.

Sánchez-Ortega, A., Alba-Tercedor, J. & Tierno de Figueroa, J.M. 2003. Lista faunística y bibliográfica de los Plecópteros de la Península Ibérica e Islas Baleares. Publicaciones de la Asociación española de Limnología, No. 16: 198 pp.

Sansoni, G. (2005). Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Provincia Autonoma di Trento, 191 pp.

Segnini, S. (1996). Mediciones de la diversidad en una comunidad de insectos. *Boletín entomológico de Venezuela* N. S., 10 (1): 105-113.

Smith, R. L. & Smith, T. M. (2009) *Elements of Ecology* (7th Edition). Pearson International Edition

Schowalter, T. D. (2006) *Insect ecology: An Ecosystem Approach*. Ed. Elsevier, 576 pp.

Tachet, H., Usseglio-Polatera, P., Richoux, P. & Bournaud, M. (2010). *Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie*. CNRS Editorial.

Tierno de Figueroa, J.M., Sánchez-Ortega, A., Membiela Iglesias, P. & Luzón-Ortega, J.M. 2003. Plecoptera. In Ramos MA et al eds, *Fauna Ibérica*, vol. 22. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 404 pp.

Tomanova, S., Goitia, E. & Helešic, J. (2006). Trophic Levels and Functional Feeding Groups of Macroinvertebrates in Neotropical Streams. *Hydrobiologia*, 556: 251-264.

Vidal-Abarca Gutiérrez, M. R., Suárez Alonso, M. L., Gómez, R., Sánchez-Montoya, M. M., Ramírez-Díaz, L. (1994). *Ecología de Aguas Continentales. Prácticas de Limnología. Práctica 3. Parámetros físico-químicos I. La composición iónica del agua*. Universidad de Murcia.

ANON. Charca Suárez. *History - Official tourism website of Andalucía*. [Http://www.andalucia.org/es/espacios-naturales/reservas-naturales-concertadas/charca-suarez/](http://www.andalucia.org/es/espacios-naturales/reservas-naturales-concertadas/charca-suarez/). Fecha de acceso: marzo 2018

ANON. Reservas Naturales Concertadas. *Andalucía - Reservas Naturales Concertadas de Andalucía*. [Http://www.andalucia.com/andalucia/espacios-naturales-protegidos/reservas-naturales-concertadas-andaluzas](http://www.andalucia.com/andalucia/espacios-naturales-protegidos/reservas-naturales-concertadas-andaluzas). Fecha de acceso: marzo 2018

APÉNDICE I: Cálculo de los índices de diversidad y equidad

Índice de Shannon-Wiener

Laguna de Aeneas				
Taxones	Individuos (ni)	Abundancia relativa (pi)	ln (pi)	pi * ln (pi)
F. Chironomidae	311	0,35912240	-1,0240919963832	-0,367774377
G. <i>Baetis</i>	3	0,003464203	-5,66527261989433	-0,019625656
F. Ceratopogonidae	15	0,017321016	-4,05583470746023	-0,070251179
F. Corixidae (ninfas)	300	0,346420323	-1,06010243390623	-0,367241028
G. <i>Corixa</i>	2	0,002309469	-6,07073772800249	-0,01402018
G. <i>Hydrovatus</i>	1	0,001154734	-6,76388490856244	-0,007810491
G. <i>Laccophilus</i>	1	0,001154734	-6,76388490856244	-0,007810491
G. <i>Micronecta</i>	153	0,176674365	-1,73344698717	-0,306255646
G. <i>Naucoris</i>	2	0,002309469	-6,07073772800249	-0,01402018
G. <i>Plea</i>	1	0,001154734	-6,76388490856244	-0,007810491
SbCl. Acari	5	0,005773672	-5,15444699612833	-0,029760087
F. Tubificidae	30	0,034642032	-3,36268752690028	-0,11649033
G. <i>Peltodytes</i>	1	0,001154734	-6,76388490856244	-0,007810491
G. <i>Bithynia</i>	1	0,001154734	-6,76388490856244	-0,007810491
G. <i>Bythinella</i>	18	0,020785219	-3,87351315066627	-0,080511821
G. <i>Physa</i>	22	0,025404157	-3,67284245520412	-0,093305467
TOTAL (N)	866	1	0	1,518308401

Laguna del Lirio				
Muestras	Individuos (ni)	Abundancia relativa (pi)	ln (pi)	pi * ln (pi)
F. Culicidae	2	0,002380952	-6,04025471127741	-0,01438156
G. <i>Baetis</i>	29	0,03452381	-3,36610606185089	-0,1162108
G. <i>Cybister</i>	1	0,001190476	-6,73340189183736	-0,00801595
G. <i>Hyphydrus</i>	3	0,003571429	-5,63478960316925	-0,02012425
G. <i>Dytiscus</i>	4	0,004761905	-5,34710753071747	-0,02546242
F. Corixidae (ninfas)	10	0,011904762	-4,43081679884331	-0,05274782
G. <i>Corixa</i>	1	0,001190476	-6,73340189183736	-0,00801595
G. <i>Mesovelia</i>	37	0,044047619	-3,12248397919313	-0,13753798
G. <i>Naucoris</i>	147	0,175	-1,74296930505862	-0,30501963
G. <i>Nepa</i>	1	0,001190476	-6,73340189183736	-0,00801595
G. <i>Plea</i>	159	0,189285714	-1,66449768961713	-0,31506563
G. <i>Anax</i>	4	0,004761905	-5,34710753071747	-0,02546242
G. <i>Coenagrion</i>	64	0,076190476	-2,57451880847769	-0,19615381
<i>Crocothemis erythraea</i>	4	0,004761905	-5,34710753071747	-0,02546242
G. <i>Halipus</i>	1	0,001190476	-6,73340189183736	-0,00801595
G. <i>Nemoura</i>	1	0,001190476	-6,73340189183736	-0,00801595
G. <i>Physa</i>	370	0,44047619	-0,81989888619908	-0,36114594
G. <i>Planorbarius</i>	2	0,002380952	-6,04025471127741	-0,01438156
TOTAL (N)	840	1		1,64923601

Índice de Simpson

Laguna de Aeneas			
Muestras	Cantidad (ni)	pi (ni/N)	pi ²
SbCl. Acari	5	0,00577	3,33353E-05
G. <i>Hydrovatus</i>	1	0,00115	1,33341E-06
G. <i>Laccophilus</i>	1	0,00115	1,33341E-06
G. <i>Peltodytes</i>	1	0,00115	1,33341E-06
F. Ceratopogonidae	15	0,01732	0,000300018
F. Chironomidae	311	0,35912	0,1289689
G. <i>Baetis</i>	3	0,00346	1,20007E-05
F. Corixidae (ninfas)	300	0,34642	0,12000704
G. <i>Corixa</i>	2	0,00231	5,33365E-06
G. <i>Micronecta</i>	153	0,17667	0,031213831
G. <i>Naucoris</i>	2	0,00231	5,33365E-06
G. <i>Plea</i>	1	0,00115	1,33341E-06
G. <i>Bithynia</i>	1	0,00115	1,33341E-06
G. <i>Bythinella</i>	18	0,02079	0,000432025
G. <i>Physa</i>	22	0,0254	0,000645371
F. Tubificidae	30	0,03464	0,00120007
TOTAL (N)	866		0,282829926

Laguna del Lirio			
Muestras	Cantidad (ni)	pi (ni/N)	pi ²
G. <i>Cybister</i>	1	0,001190476	1,41723E-06
G. <i>Hyphidrus</i>	3	0,003571429	1,27551E-05
G. <i>Dytiscus</i>	4	0,004761905	2,26757E-05
G. <i>Haliphus</i>	1	0,001190476	1,41723E-06
F. Culicidae	2	0,002380952	5,66893E-06
G. <i>Baetis</i>	29	0,03452381	0,001191893
F. Corixidae (ninfas)	10	0,011904762	0,000141723
G. <i>Corixa</i>	1	0,001190476	1,41723E-06
G. <i>Mesovelia</i>	37	0,044047619	0,001940193
G. <i>Naucoris</i>	147	0,175	0,030625
G. <i>Nepa</i>	1	0,001190476	1,41723E-06
G. <i>Plea</i>	159	0,189285714	0,035829082
G. <i>Physa</i>	370	0,44047619	0,194019274
G. <i>Planorbarius</i>	2	0,002380952	5,66893E-06
G. <i>Anax</i>	4	0,004761905	2,26757E-05
G. <i>Coenagrion</i>	64	0,076190476	0,005804989
<i>Crocothemis erythraea</i>	4	0,004761905	2,26757E-05
G. <i>Nemoura</i>	1	0,001190476	1,41723E-06
TOTAL (N)	840		0,269651361

Índice de equidad de Pielou

Laguna de Aeneas	
S	16
H'	1,518308401
H'max (ln(S))	2,7725887223978
Índice de Pielou (J')	0,547614

Laguna del Lirio	
S	18
H'	1,649236013
H'max (ln(S))	2,89037175789616
Índice de Pielou (J')	0,570596501