

## 4.1. Seguimiento de factores físico-químicos y caudales en los ríos de Sierra Nevada

Fajardo-Merlo M.C.<sup>1</sup>; Sáinz-Bariáin, M.<sup>2</sup>; Zamora-Muñoz, C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía <sup>2</sup> Universidad de Granada

### Resumen

Los ecosistemas acuáticos son totalmente dependientes de las condiciones ambientales que les rodean, por lo que los efectos del cambio global alterarán sus ciclos térmico e hídrico, poniendo en peligro el delicado equilibrio de estos sistemas y de los organismos que en ellos habitan. Por ello, se ha hecho un análisis retrospectivo de los cambios ambientales que más repercusión tienen sobre los medios acuáticos, para así poder afrontar nuevas medidas para su conservación futura.

#### > Objetivos y metodología

Para el seguimiento ecológico y químico de los ríos, se han medido de forma puntual en cada una de las épocas de muestreo (primavera, verano y otoño) una serie de parámetros físico-químicos (pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura) en 23 localidades repartidas en 8 ríos. Además, para el seguimiento de la temperatura de forma continua se instalaron en 2009 sensores en 10 localidades, los cuales han continuado tomando datos hasta 2014. De igual manera, en 2009 se instalaron sensores para medir la temperatura del agua en cuatro lagunas de alta montaña (La Caldera, Laguna Larga, Río Seco y Aguas Verdes), y variaciones

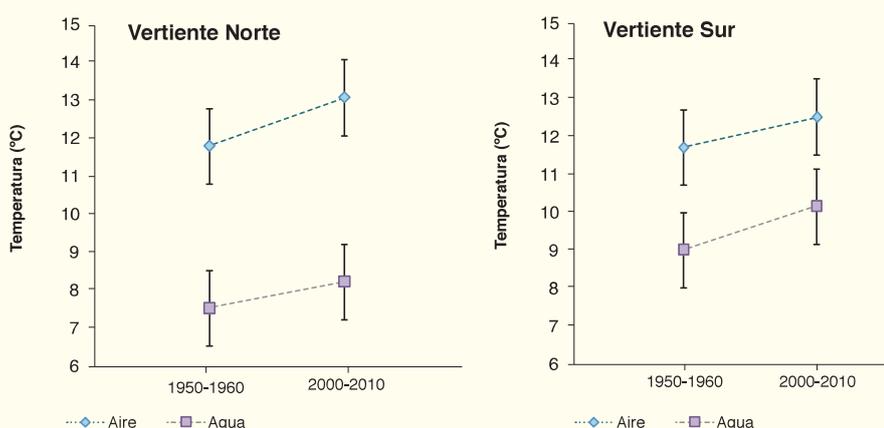
en el nivel de la lámina de agua medidas a través de la presión hidrostática en tres de ellas (La Caldera, Laguna Larga y Río Seco). Para el seguimiento de caudales, éstos se midieron puntualmente en las diferentes visitas, además de utilizar los datos publicados por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX del Ministerio de Medio Ambiente (<http://hercules.cedex.es/general/default.htm>) de las estaciones de aforo pertenecientes a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. En el caso de los datos de temperatura del aire, éstos proceden de la Red de Información Ambiental de Andalucía.

#### > Resultados

Al comparar la temperatura media del aire en dos ríos situados en ambas vertientes de Sierra Nevada entre dos décadas con un intervalo de tiempo de 50 años (1950-1960, 2000-2010) se ha detectado un aumento de 1,5 °C (Figura 1), lo que debe haber tenido una clara repercusión en la temperatura media del agua de ríos y arroyos. Se ha correlacionado la temperatura del aire con la del agua en estas dos localidades de muestreo y, como era de esperar, dicha correlación entre ambas variables es positiva y significativa (Figura 2). Con las funciones de correlación obtenidas, se ha estimado un incremento de la temperatura media del agua entre décadas anteriores y la actual en más de 0,5°C. También se ha comparado la temperatura del agua en dos periodos de estudio separados por un intervalo de 20 años (1984-1987, 2008-2009) en 19 localidades que abarcaron todo el perímetro de Sierra Nevada, detectándose un aumento de la temperatura media de 1,63°C (Figura 3) observándose un mayor efecto en los ríos situados en la vertiente sur.

Un factor importante a tener en cuenta respecto a las oscilaciones térmicas del agua a lo largo del día es la presencia de vegetación ribereña [1], como se ha visto al comparar dos localidades del río Andarax con y sin vegetación de ribera debido a la altitud. Las oscilaciones térmicas se vieron amortiguadas hasta en 4°C en el periodo estival en la estación con vegetación de ribera (la más baja).

Figura 1



Los intervalos muestran el valor medio y el IC de la media al 95%, tanto para la temperatura del aire como la del agua, para los ríos Alhorí (cara Norte) y Trevélez (Cara Sur).

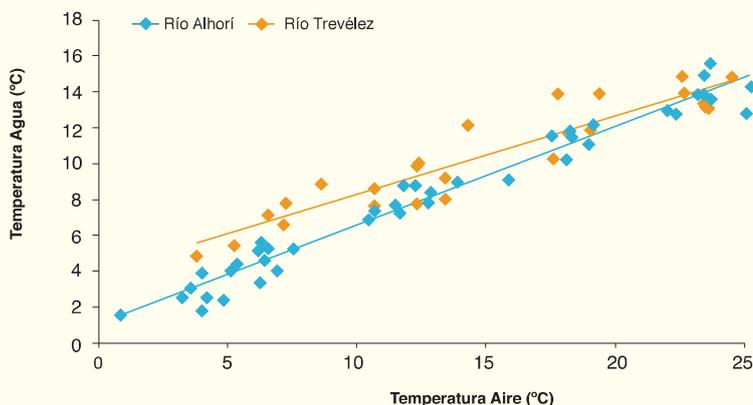
Al analizar los datos recopilados en relación a caudales (medias anuales), la tendencia en los últimos años ha sido ligeramente descendente para tres de los cuatro ríos analizados (Alhorí, Dilar, Genil y Monachil) (Figura 4).

En el caso de las lagunas de alta montaña, se ha detectado para Laguna Larga una inversión

térmica durante el periodo invernal, la cual perdura mientras lo hace la capa de hielo de la superficie, comenzando a desaparecer con la primavera debido al calentamiento de la superficie de la laguna, lo que provoca que la temperatura descienda bruscamente en toda la columna de agua debido a la influencia del agua de deshielo. Durante el periodo estival,

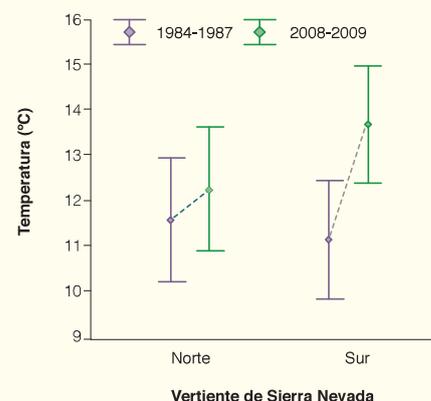
la luz solar aumenta la temperatura del agua superficial, siendo algo más fría a más profundidad sin llegar a tener una estratificación térmica marcada, ya que se forma una capa más o menos homogénea por la influencia del viento en la superficie [2].

Figura 2



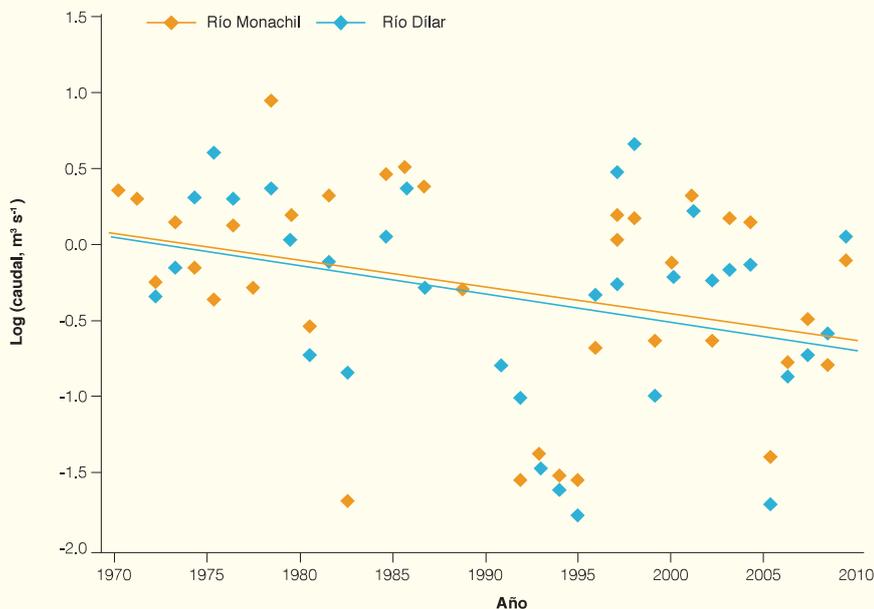
Regresión lineal entre la temperatura mensual del aire y del agua para los ríos Alhorí (Cara Norte) y Trevélez (Cara Sur) (Alhorí  $R^2= 0.966$ , Trevélez  $R^2= 0.898$ ).

Figura 3



Media ( $\pm$  IC del 95%) de la temperatura en los dos periodos de estudio, 1984-1987 y 2008-2009, tanto en la vertiente norte como sur de Sierra Nevada.

Figura 4



Tendencia de los caudales medios anuales (expresados en logaritmos) para los ríos Dilar y Monachil en los últimos años.

## ➤ Discusión y conclusiones

El futuro de los ecosistemas acuáticos tal y como los conocemos es incierto debido a los efectos que el cambio global pueda tener sobre ellos. Por un lado la vegetación de ribera se ha visto mermada debido a la actividad humana; por otro el aumento de la temperatura del aire, con la directa repercusión sobre la temperatura del agua,

y cuya relación es tanto mayor cuanto menor es el caudal [3]; y por último, el descenso paulatino de los caudales en las últimas décadas, están dando lugar a cambios en el régimen térmico de los ríos y arroyos de Sierra Nevada. Todos estos factores repercuten a su vez tanto en los procesos físico-químicos del agua como en las

comunidades biológicas que en ellos habitan. Por tanto es de especial interés intensificar el control y la regulación de los recursos hídricos, con el fin de minimizar los efectos negativos que el cambio global pueda producir en estos ecosistemas.



Curso alto del río Dílar.