UTILIZACION DE MACROINVERTEBRADOS BENTONICOS Y PARAMETROS FISICO-QUIMICOS EN LA VALORACION DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RIO ALAGON, (SALAMANCA).

J. Cabezas Flores y E.V. Martínez Ropero.

Dpt. de Biología Animal, Ecología, Parasitología, Edafología y Química Agrícola. Area de Ecología. Facultad de Biología, Univ. de Salamanca. Plaza de la Merced s/n. 37008 - SALAMANCA.

Palabras clave: Parámetros físico-químicos, macroinvertebrados bentónicos, calidad de las aguas.

ABSTRACT

A tracing of several physical-chemical parameters has been carried out during August, September and December of 1989, and February, March, and May of 1990, to measure the quality of the water of the Alagón River (Salamanca).

The use of benthic macroinvertebrates as bioindicators of the water quality shows that in several cases there is no relationship between the physical-chemical data and the presence or absence of these macroinvertebrates. In all cases we thought that the reasons for this were the long periods of drought during the summer and the severe spates during the winter, and not these physical-chemical parameters.

INTRODUCCION

Un seguimiento de diversos parámetros físico-químicos relacionados con la calidad de las aguas fue realizado en la cuenca del río Alagón (Salamanca) en su tramo antes de desembocar en el Embalse de Gabriel y Galán, durante los meses de Agosto, Septiembre y Diciembre de 1989 y Febrero, Marzo y Mayo de 1990.

El hecho de que el río Alagón lleve sufriendo durante los últimos años un proceso de degradación ocasionado por los vertidos de los núcleos urbanos y de las industrias cárnicas, agravado por la presencia en Béjar de industrias textiles; así como la no existencia de trabajos anteriores sobre esta zona, aumenta el interés por cuantificar el grado de contaminación en que se encuentran sus aguas, creyéndose conveniente la introducción de índices biológicos, basados en el estudio de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, para la determinación de dicho grado de alteración.

AREA DE ESTUDIO

Se eligió la cuenca del Alagón (S.E. de la provincia de Salamanca) como zona de trabajo debido tanto a su importancia como fuente hidrológica en las comarcas de las Sierras de Francia y Béjar, como al hecho de desembocar en el Embalse de Gabriel y Galán, ya en Cáceres, siendo potencialmente responsable de la eutrofización de éste.

Para las tomas de muestras se seleccionaron un total de 5 puntos, cuyas características geográficas se describen en la tabla I.

Punto	Nombre	U.T.M	Altitud en m.	Distancia a desemb. (km)	Distancia a cabecera (km)
Al-1	Aldeanueva	30TTL638002	890	59,2	5,8
Al-2	Monleón	30TTK601973	850	45	13
Al-3	San Esteban	30TTK546890	640	40,5	24,5
Al-4	Puentes del Alagón	29TQE534795	510	34,5	30,5
Al-5	Sotoserrano	29TQE483769	400	21,8	43,2

Tabla I : Características geográficas de los puntos de muestreo

Fig. 1 : Mapa de la zona, con indicación de los puntos de muestreo.

MATERIAL Y METODOS

Los parámetros físico-químicos analizados fueron: temperatura del agua y temperatura ambiente, concentración de calcio, magnesio, hierro, sodio y fósforo, conductividad eléctrica, pH, y porcentaje de saturación de oxígeno disuelto.

La conductividad se estimó en $\mu\text{S}/\text{cm}$ mediante la utilización de un conductímetro de campo *LF 90 - WTW*; el porcentaje de saturación de oxígeno fue medido gracias a un oxímetro de campo *OXI 92 - WTW*; el pH se midió con un pH-metro de campo *pH 95 - WTW*. Los valores de calcio, magnesio, hierro, sodio y fósforo se estimaron mediante espectrofotometría de absorción atómica. La dureza del agua se valoró a partir de las concentraciones conocidas de calcio y magnesio, incluyéndose en la estimación aquellos otros compuestos que también la producen. La concentración (mg/l) de cada catión multiplicada por un factor adecuado dio los valores de dureza equivalente en carbonatos (Wetzel & Likens, 1979).

Los macroinvertebrados se recogieron utilizando una red acuática de mano y siguiendo el método descrito por Macan en 1957, "*Kicking Method*" (en García de Jalón y Gonzalez del Tanago, 1986). Las muestras fueron después fijadas en formol al 4 %. En el laboratorio los organismos fueron separados de los restos de vegetación y arena y conservados en alcohol al 60 %.

A pesar de que un muestreo de tipo cuantitativo nos hubiera proporcionado una mayor información a la hora de valorar los factores ecológicos de las especies (alimentación, reproducción, etc.), o a la hora de detectar la presencia de contaminantes en ciertas zonas, se prefirió un muestreo de tipo cualitativo. Estos métodos de tipo cuantitativo son a menudo difíciles de realizar con exactitud por causa de las variaciones físicas del medio acuático, limitando así la descripción de las comunidades (Elliot y Decamps, 1973; en García de Jalón y Gonzalez del Tanago, 1986); por consiguiente, nuestro trabajo se orientó más a la recolección del mayor número de especies, para obtener una idea exacta de la riqueza faunística, que en la valoración de la abundancia de las distintas especies por superficie muestreada.

RESULTADOS

En las figuras 2 y 3 se indican los valores de conductividad y dureza del agua. La conductividad viene expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la dureza en mg/l de carbonatos. Son indicativos los valores de los puntos Al-1 y Al-2, debidos al hecho de que en estos tramos el río está relegado a pequeños charcos utilizados como abrevaderos de ganado. También son de destacar los bajos valores de estos parámetros para el punto Al-5, que estarían provocados por los altos valores de pH (hasta 8,99 durante el mes de Septiembre) como

Fig. 2: Conductividad

Fig. 3: Dureza en mg/l de carbonatos

consecuencia de la eutrofización de las aguas. A este pH los carbonatos (principales responsables de la dureza) precipitarían, arrastrando consigo gran cantidad de partículas, lo cual explicaría también los valores moderados de conductividad.

En la figura 4 se ha representado la variación del porcentaje de saturación de oxígeno. Se puede observar como en el punto AI-5 el valor de saturación durante el mes de Septiembre alcanza cotas del 151 %, indicativas de una ligera eutrofización de las aguas y provocadas por la intensa actividad fotosintética. También son de destacar los valores de temperatura del agua en este punto de 24, 2 °C, (durante el mes de Agosto se registraron valores de hasta 29,2 °C). En el punto AI-4 se apreció como los niveles de saturación alcanzaron el 64 %, al oxidarse la carga orgánica que transportaba el río.

La figura 5 muestra la evolución del calcio y el magnesio para los cinco puntos, utilizando las medias de ambos parámetros para los distintos meses. Los niveles más elevados se observaron en el punto AI-2 durante el

Fig. 4 : Porcentaje de saturación

Fig. 5 : Valores de Magnesio y Calcio

mes de Marzo (25,62 ppm de calcio, y 7,3 ppm de magnesio), atribuibles a que en este tramo el río discurre por una zona rica en estos elementos y que se corresponde con una prolongación de las "Calizas de Tamames". (García Sanchez, Saavedra Alonso, García Plaza y Pellitero Pascual, 1980 y 1983).

DISCUSION

En el punto AI-1, el hecho de que el río sea utilizado como abrevadero y a que se encuentre seco o relegado a pequeñas charcas, condiciona a que todos los inputs de materia orgánica (principalmente heces y orina de ganado) no sean arrastrados aguas abajo y se concentren en ellas. Esto provoca un aumento de conductividad de hasta 308 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durante el mes de Marzo, y un desarrollo de organismos indiferentes a la contaminación.

En el punto AI-2, el río discurre por un tramo poco profundo. La pérdida de agua durante los meses de primavera a verano va paralela a un aumento progresivo de la conductividad, según llegan nuevos aportes a un

río con cada vez menos agua. Los organismos que se encuentran en esta zona son exclusivamente especies indiferentes a la contaminación por materia orgánica. La presencia en el mes de Diciembre de las familias Lumbriculidae y Sericostomatidae sería debida al lavado y arrastre de los individuos durante las crecidas de este mes. Especies de la familia Lumbriculidae, indiferentes a la contaminación y capaces de hacer galerías, se enterrarían en el limo y serían difícilmente arrastrados por las inundaciones. Sin embargo, carcasas de tricópteros como las de la familia Sericostomatidae, formadas por partículas de arena aglutinadas, serían fácilmente llevadas aguas abajo desde tramos superiores de aguas limpias o, más probablemente, desde cabaceras de arroyos afluentes al río principal. Las crecidas también contribuyeron al elevado nivel de hierro durante el mes de Diciembre (0,41 ppm).

En el punto AI-3, el río baja por una ladera, encajonado en un valle, y serpenteando entre las numerosas rocas que ha arrastrado durante los periodos de fuertes crecidas. Las especies de macroinvertebrados encontradas en este tramo se incluyen mayormente en el rango de indiferentes a la contaminación orgánica. Sin embargo, esto no va a ser un dato relevante en este punto, donde los parámetros físico-químicos revelan un buen estado de las aguas. Esta baja calidad biológica ha de ser atribuida a las fuertes crecidas que tuvieron lugar durante el mes de Diciembre. Durante una de estas crecidas el lecho del río es horadado de manera activa a medida que el caudal del agua se va incrementado. Cuando el caudal empieza a disminuir el lecho vuelve a elevarse por la deposición de nuevos materiales aluviales. En consecuencia, un fenómeno de este tipo provocaría la total aniquilación de los organismos del bentos. Durante los meses de Marzo y Mayo el río se encontraría en un periodo de recuperación, observable en el aumento progresivo de la riqueza específica.

En el punto AI-4 la pendiente del río no supera el 0,5 % . En este tramo el río discurre por una aliseda con algunos fresnos y sauces. El lugar presenta una gran afluencia de campistas que utilizan esta umbría como lugar idóneo para pasar los fines de semana en verano. En cuanto al oxígeno, se han registrado valores del 64 % de saturación durante el mes de Agosto provocados por la oxidación de la alta cantidad de materia orgánica. Los macroinvertebrados encontrados se incluyen dentro de la categoría de indiferentes a la contaminación orgánica, exceptuando Boyeria irene (Odonata) o Tabanidae (Díptera) en los meses de Septiembre y Mayo (ambos intolerantes); o de Sericostomatidae (Trichoptera) durante Diciembre y Febrero, y como consecuencia este último del arrastre por las crecidas.

En el punto AI-5 el río discurre por un valle ancho y poco profundo en el que, por lo general, el cauce sólo ocupa la porción central. Es un tramo frecuentemente visitado por campistas durante los meses de verano y en cuyas orillas no existe ningún tipo de vegetación arbórea.

En este punto destacan los altos valores de pH encontrados (hasta 8,99 durante el mes de Diciembre), correspondientes a aguas con una

basicidad media (según Nisbet y Vernaux, 1970). Atribuible a este pH se encuentran los bajos niveles de carbonatos (observables en los valores de dureza y alcalinidad) en relación con los del resto de los puntos del Alagón. A pH elevado los carbonatos (en forma principalmente de carbonato cálcico) precipitan; así, la cantidad de calcio en solución dependerá fundamentalmente del pH. (Margalef, 1983).

De esta manera podemos justificar los niveles moderados de conductividad, ésta no sobrepasó en ningún mes los 96,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ del muestreo de Septiembre, valor indicativo de una mineralización moderada. La conductividad, en ausencia de aportes externos al sustrato, se encuentra muy intimamente relacionada con la dureza, y esta a su vez, depende de la presencia de sales de calcio y magnesio existentes en el agua (carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, etc.). Al precipitar estos carbonatos y bicarbonatos, la conductividad disminuye.

En esta precipitación, los carbonatos arrastran un gran número de partículas (arcillas, algas, zooplankton, etc.), las cuales, al estar cargadas en superficie, presentan una fuerte repulsión entre ellas que las mantiene en un estado de disolución no verdadera o coloidal. Todas estas partículas presentan cargas negativas contribuyendo por tanto a la conductividad, al ser arrastradas este porcentaje de conductividad también disminuye.

En este punto Al-5 se realizó una valoración preliminar durante el mes de Agosto del contenido de amonio, nitratos y nitritos, dando valores relativamente elevados (15,21 $\mu\text{g}/\text{l}$ de amonio; 1,21 mg/l de nitratos y 0,036 mg/l de nitritos), hecho que sugiere la idea de una eutrofización de las aguas. Durante un proceso de eutrofia el desarrollo de un gran número de algas hace que se eleven los niveles de oxígeno por encima de los de saturación en periodos de intensa actividad fotosintética. Así, estos alcanzaron el 151 % en el muestreo del mes de Septiembre, y el 116 % durante el mes de Agosto, en ambos casos la valoración se realizó en horas de intensa luz.

En esta eutrofización se puede encontrar la respuesta a los altos niveles de pH, según disminuye el anhídrido carbónico durante el proceso fotosintético.

Los macroinvertebrados encontrados son indiferentes a estas condiciones de eutrofia.

CONCLUSIONES

Al aplicar los diferentes índices biológicos, observamos que en muchos de los casos los valores de calidad no se correspondían con el estado real de las aguas por causa de la poca riqueza en especies de estos ríos. Esta escasa riqueza es en parte atribuible al régimen torrencial que presentan, con periodos de sequedad prolongados y de grandes crecidas durante los meses de invierno. Las sequías de verano coinciden generalmente con las

fases de emergencia tardía de adultos de diversas especies, que van a ser eliminados. También especies que deberían encontrarse en periodo activo durante la sequía desaparecen. Son, por tanto, aquellas especies que pueden aguantar este periodo en estado de huevo, las que sobreviven. Si el periodo de eclosión coincide con el de sequía, ésta no se produce y el individuo muere.

La crecidas de invierno también provocan una reducción en el número de especies. Investigaciones realizadas por diversos autores han puesto de manifiesto que los ríos más expuestos a crecidas presentan menor abundancia y menor variedad en fauna que el resto de los ríos (Hynes, 1970). Una interesante consecuencia de ésto, que se observa en nuestro estudio, es que los afluentes del Alagón (mayormente el río Francia), al sufrir en menor intensidad estas crecidas, tienen una mayor riqueza específica que el río al que vierten. Son por tanto los afluentes los responsables de la repoblación del río principal una vez superada la crecida.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Dr. José Manuel Gómez Gutierrez y a Dña. Caridad de Hoyos Alonso por la gran ayuda prestada.

BIBLIOGRAFIA

- Alba Tercedor, J. & F. Jimenez Millán; 1985 : Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas continentales basado en el de Hellawell (1978). Limnetica, vol 4 - Págs: 51 - 56.
- Downing, J.A. & F.H. Rigler; 1984 : A manual of methods for the assessment of secondary productivity in fresh water. Ed. Blackwell.
- García de Jalón, D. & M. Gonzalez del Tanago; 1986 : Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas. Aplicaciones a la cuenca del Duero. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, I.C.O.N.A. Monografías 45.
- García Sanchez, A., J. Saavedra Alonso, A.S. García Plaza, & P. Pellitero Pascual; 1980-83 : Sobre los recursos minerales de la provincia de Salamanca. Excmo. Diputación de Salamanca. Temas Monográficos. Salamanca.
- Hynes, H.B.N; 1970 : The ecology of running water . Ed. Toronto Press. University of Toronto. Toronto.
- Margalef, R; 1983: Limnología. Ed. Omega.
- Nisbet, M. et J. Vernaux; 1970 : Chomposantes chimiques del eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interpretation des analyses chimiques. Annales de Limnologie, vol 2 - Págs: 161 - 190.