CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA DEL RIVERA DE HUEZNAR (SEVILLA)
Y SU IMPACTO EN UN NUEVO EMBALSE EN CONSTRUCCION

Julia TOJA, Teresa LOPEZ, Cástor GUISANDE

Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla.

Palabras clave: Rio. Calidad del agua. Eutrofización.

SUMMARY

WATER QUALITY IN THE BASIN OF THE RIVERA DE HUEZNAR RIVER (SEVILLA, SPAIN) AND ITS IMPACT ON A NEW RESERVOIR UNDER CONSTRUCTION:

Key words: River. Water quality. Eutrophication.

The water quality of the Rivera de Hueznar river has been studied during the hydrological year 1985-1986. In the river, a new reservoir (devoted to supply water for several villages) is being built.

The impact of the waste water of several villages situated in the basin, determines that the water, at the points located in the flooding basin of the future reservoir, have high concentrations of nitrogen and phosphorus with a ratio less than 10 during the summer period. It is necessary to correct this situation to prevent eutrophication in the future reservoir. In this work, some kinds of corrective measures are suggested.

INTRODUCCION

En el rio Rivera de Hueznar, afluente del Guadalquivir por su margen derecha (en la provincia de Sevilla), se está construyendo un embalse destinado a abastecer de agua potable a varios pueblos del Valle Inferior del Guadalquivir (Utrera, Lebrija, Los Palacios, Las Cabezas de San Juan...) con una población aproximada de 800.000 habitantes. Con motivo de esta construcción, se realizó un estudio de Impacto Ambiental, del que el presente trabajo es una parte. En él se hace una análisis global de las características químicas del agua atendiendo, sobre todo, a aquellos parámetros que mayor influencia pueden tener en el futuro embalse. Este análisis se ha hecho atendiendo a 3 criterios:

1. Estado actual de la calidad del agua del rio y de sus afluentes, investigando las causas que producen los descensos de calidad de los distintos tramos de la cuenca.
2. Posible impacto que la calidad del agua del rio tenga en el nuevo embalse en construcción, teniendo en cuenta que, al estar destinado exclusivamente a abastecimiento, las exigencias de calidad deben ser máximas.
3. Posibles medidas correctoras a aplicar.

IV CONGRESO ESPAÑOL DE LIMNOLOGIA

Actas : 335-341

FIGURA 1
Situación de las estaciones de muestreo y límites del futuro embalse.
Situation of the sampling stations and limits of the future reservoir

MATERIAL Y METODOS

Se establecieron 20 estaciones de muestreo en la zona de estudio: 19 en toda la cuenca situada aguas arriba del lugar en que se está construyendo la presa y 1 inmediatamente después de ésta (Figura 1), procurando obtener la máxima información sobre los posibles impactos negativos en el futuro embalse. Se realizaron 3 campañas de muestreo, coincidentes con épocas características del ciclo hidrológico (Figura 2):

- 1ª campaña: Días 29 y 30 de noviembre de 1985, coincidiendo con el final del estiaje.
- 2ª campaña: Días 26 y 27 de febrero de 1986, después de copiosas lluvias que provocaron grandes avenidas de caudal en el río.
- 3ª campaña: Días 9 y 10 de mayo de 1986, con caudal importante, pero inmediatamente antes de empezar el estiaje.

In situ, se midieron la temperatura y el oxígeno disuelto mediante electrodo combinado YSI con corrector de salinidad, el pH con pHmetro CRISON

Mod. 506 y la conductividad con conductivímetro YSI.

El resto de los parámetros químicos (reserva alcalina, cloruro, sulfato, calcio, magnesio, sulfuro, nitrato, nitrito, amonio, fosfato, silicato, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno) se analizaron mediante los métodos químicos incluidos en GOLTERMAN, 1969; STRICKLAND y PARSONS 1965 y RODIER, 1981, que han sido utilizados en anteriores trabajos (MARGALEF et al., 1976; TOJA, 1984).

En el presente trabajo se discuten preferentemente los resultados correspondientes a los principales nutrientes.

RESULTADOS

Las aguas del río Rivera de Hueznar y de sus afluentes tienen una mineralización media, con una conductividad que oscila entre 250 y 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ según la época del año. La reserva alcalina es relativamente alta (entre 2,5 y 3 meq/l). Aunque el caudal del río varía a lo largo del año, casi siempre hay agua corriente, salvo en algunas estaciones situadas en los afluentes (puntos 6, 12 y 13) en los que al final del estiaje, el agua queda retenida, aunque no llegue a secarse por completo. Solamente durante el mes de agosto, puede haber un caudal nulo. En la figura 2 se muestra la evolución del caudal del río en una estación de aforo situada en Villanueva del Río y Minas, aguas abajo de la presa. Se observa que todos los meses hay alguna aportación de agua

FIGURA 2

Evolución del caudal diario en la estación de aforo de Villanueva del Río y Minas. Se indican los caudales medios mensuales y la aportación mensual (Datos de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir).

Evolution of the daily flow in the gauging station of Villanueva del Río y Minas. The monthly means of flow and the monthly water discharge have been marked. (Data of Hydrographic Confederation of Guadalquivir).

TABLA 1.- Concentración de los compuestos inorgánicos de nitrógeno y del fósforo soluble en los puntos de muestreo y las 3 campañas.
Concentration of the inorganic compounds of nitrogen and the soluble phosphorus in the sampling stations at 3 sampling dates

CAMPAÑA		NITRATOS µg-at N/l			NITRITOS µg-at N/l			AMONIO µg-at N/l			FOSFATOS µg-at P/l		
		1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
RIVERA DE HUEZMAR	1	18.38	72.85	206.20	0.00	0.43	0.21	0.00	0.00	0.00	39.36	0.84	0.04
	2	17.58	166.43	224.40	0.85	0.13	0.21	25.00	0.00	0.00	40.00	1.71	0.04
	3	5.80	103.40	95.78	2.17	0.58	3.47	0.00	48.57	30.71	38.21	2.58	3.14
	4	2.90	132.93	129.93	0.21	0.28	0.65	0.00	0.00	0.00	25.05	0.84	0.14
	5	0.00	71.83	51.98	0.43	0.13	5.43	35.71	2.85	0.00	55.36	0.42	2.35
	9	5.80	69.09	82.96	0.00	2.95	0.43	137.40	0.00	0.00	1.05	4.17	0.29
	10	2.42	98.97	57.53	0.00	1.17	0.65	0.00	2.85	0.00	42.84	2.56	2.31
	15	0.00	81.92	25.52	1.08	2.06	1.08	0.00	2.85	14.28	40.00	1.70	1.47
	16	0.00	91.64	38.83	0.00	0.00	4.13	0.00	0.00	0.00	45.18	2.13	3.06
	18	0.00	84.46	54.16	0.00	1.60	32.00	0.00	5.71	0.00	46.21	1.70	10.49
	19	0.00	84.87	47.85	0.00	1.76	3.91	5.00	0.00	0.00	28.00	1.70	3.88
AFLUENTES	20	0.00	91.38	37.64	0.00	1.60	5.43	0.00	5.71	0.00	33.05	1.70	1.23
	6	0.00	91.00	33.39	0.00	0.13	0.43	305.70	0.57	0.00	65.68	0.84	0.04
	7	0.00	141.00	0.00	5.43	29.56	182.60	2091.40	485.71	371.42	164.52	54.84	9.81
	8	0.00	92.67	39.91	15.00	5.86	3.26	76.42	8.57	97.85	74.21	12.84	3.90
	11	0.00	151.4	78.02	19.13	8.58	20.65	0.00	5.71	15.57	79.36	6.84	3.53
	12	0.00	61.30	27.28	0.86	1.17	0.43	65.71	0.00	0.00	96.63	4.27	1.61
	17	0.00	82.80	54.60	0.60	1.17	1.82	0.00	7.14	0.00	45.05	1.70	11.54
	13	0.80	86.04	4.47	0.00	0.58	0.43	0.00	0.00	0.00	34.21	4.27	0.21
	14	0.00	62.69	15.53	0.00	23.39	6.30	0.00	120.80	178.50	109.68	20.56	8.03

al río. El año 1985-86 fue de pluviometría relativamente baja (450 mm), por lo que puede predecirse que salvo en años muy secos, siempre habrá un cierto aporte de agua al embalse, incluso en verano.

En la Tabla 1, se expresan las concentraciones de los compuestos inorgánicos de nitrógeno y del fósforo soluble, detectadas en las estaciones muestreadas en las tres campañas. Se han separado las estaciones correspondientes al cauce principal del río de las de sus afluentes, para observar la evolución de estos nutrientes a lo largo de aquel.

Como se puede ver en la figura 1, las estaciones 14 a 19 están situadas dentro del vaso inundable del futuro embalse. Esto hay que tenerlo en cuenta, sobre todo en el caso de la estación 14, que tiene agua con características similares a las del agua residual pura.

En la Cuenca del Rivera de Huezmar hay 4 focos importantes de aporte de aguas residuales: San Nicolás del Puerto (estaciones 2 y 3), Cazalla de la Sierra (7), Constantina (11) y El Pedroso (13 y 14). Además, poco antes de la estación 9, ICONA tiene unas instalaciones de acampada observándose en este punto un incremento en la contaminación del río. Entre el arroyo Bonajil y el de La Villa, está la Finca de la Jarosa, que es intensamente abonada y que, a veces, contribuye a aumentar el nivel de nutrientes en el agua de ambos arroyos.

Los datos referentes a DQO y DBO de que se dispone, indican que, salvo en la estación 14, la capacidad autodepuradora del río y de sus afluentes es suficiente para la casi completa mineralización de esta materia orgánica, procedente de los vertidos, antes de que el agua llegue a las colas del embalse. Pero, cómo se observa en la tabla 1, los nutrientes inorgánicos, espe-

cialmente el fósforo, se van acumulando, aunque parte de los aportados sean consumidos por los propios productores primarios del río.

La concentración inicial de nitrato es bastante elevada, mientras que nitrito y amonio son prácticamente inexistentes. Pero, a partir de San Nicolás del Puerto, la situación cambia. En cada uno de los puntos en los que hay vertidos, aumenta extraordinariamente el amonio. Este se mantiene muy poco tiempo. Posiblemente por una doble causa: consumo por los productores primarios y nitrificación, avalada por las altas concentraciones de nitrito que se detectan aguas abajo. Aunque posteriormente el nitrito pasa a nitrato, se observa un progresivo descenso de la concentración de nitrógeno inorgánico total a lo largo del río. No parece aventurado suponer que hay pérdidas de nitrógeno por desnitrificación. Las concentraciones de oxígeno disuelto que se han medido son relativamente elevadas, ya que a las horas del día en que se hacía el muestreo, la fotosíntesis era intensa. Pero, probablemente, en horas nocturnas cerca del sedimento, puede haber déficit de oxígeno que favorezca la desnitrificación.

La evolución del fósforo soluble es inversa a la del nitrógeno. En este caso, hay un claro incremento a lo largo del río. Hay algunas zonas en las que se observa un descenso en la concentración, bien consumido por los productores primarios, bien por precipitación química. Pero no se compensan los aportes y, en los puntos situados en las colas del futuro embalse, las concentraciones son muy elevadas. Es, además, muy posible que la mineralización de estas aguas no sea suficiente para favorecer una precipitación química en el futuro embalse (MARGALEF, et al., 1976; TOJA, 1984).

Esta es la pauta general que se observa en los nutrientes en cada una de las campañas realizadas aunque, como es lógico, hay grandes diferencias de una a otra en cada una de las estaciones, ligadas a las diferencias de caudal y a la distinta actividad de los organismos.

Durante la primera campaña, el caudal era bastante bajo. La mayor parte de los macrófitos desarrollados durante el año, se encontraban en fase de descomposición. El agua no había recuperado aún nitrógeno pero sí llevaba altas concentraciones de fósforo. En mayo, con un floreciente desarrollo de macrófitos y perifiton, la situación era la contraria, quedaba aún algo de nitrógeno, pero la mayor parte del fósforo estaba capturado por los productores primarios del río.

DISCUSION

La calidad del agua en el río, desde el punto de vista del contenido en materia orgánica no es muy mala, ya que se observa un alto poder de autodepuración en toda la cuenca, aunque hay puntos (7, 14), en los que la calidad del agua es similar a la de una cloaca. Pero, el curso del río, antes de llegar a las colas del futuro embalse, no es lo suficientemente largo como para poder eliminar los nutrientes producidos por descomposición de la materia orgánica. Hay una reducción de la concentración de nitrógeno, pero esto puede ser, incluso, contraproducente.

Esta relativamente baja concentración de nitrógeno que tiene el agua, sobre todo en el estiaje, unida a las altas concentraciones de fósforo que presenta prácticamente todo el tiempo, hacen prever que el futuro embalse está amenazado de alcanzar un alto grado de eutrofización si no se toman medidas.

FIGURA 3

Relación entre la concentración de nitrógeno inorgánico total (nitrato + nitrito + amonio) y fósforo soluble en el río y en sus afluentes. (Δ) 1ª campaña, ($\bullet$) 2ª campaña, ($\blacksquare$) 3ª campaña. Se ha indicado el número de la estación en las muestras con relación $N/P < 10$ (Ver Fig. 1)

Relationships between the inorganic nitrogen (nitrate + nitrite + ammonia) and the phosphorus in the river and its affluents. (Δ) 1st. sampling campaign, ($\bullet$) 2nd., ($\blacksquare$) 3tz. The number of the sampling station in the samples with relationship $N/P < 10$, have been marked (see Fig. 1)

En la figura 3 se ha representado la relación entre el nitrógeno inorgánico total (nitrato+ nitrito + amonio) y el fósforo en el río y en sus afluentes. Se observa un desplazamiento hacia el fósforo, (con respecto a la relación $N:P = 10:1$) sobre todo en las muestras correspondientes a estiaje y en los puntos cercanos al embalse. Hay que tener en cuenta, por un lado, que el periodo de estiaje es muy largo en la zona en la que está ubicado el río y, por otro, que, aunque con caudal muy mermado, sigue entrando agua en el embalse durante este periodo (que puede durar más de 6 meses). Durante él no se aporta nitrógeno, pero sí fósforo. Esto, sin duda, favorecerá el desarrollo de Cianofíceas fijadoras de nitrógeno atmosférico, que pueden producir graves problemas, tanto en el propio ecosistema como desde el punto de vista del aprovechamiento del agua para el abastecimiento (VOLLENWEIDER, 1982).

No hay que olvidar que, una vez cerrada la presa, los vertidos de El Pedroso ingresarán directamente en el embalse si no se modifica el alcantarillado de esta población.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este estudio, se ha sugerido una serie de medidas para intentar controlar la eutrofización del futuro embalse. Dado que existen unas fuentes definidas de contaminación, la primera medida debe encaminarse a eliminarlas. Se ha visto que el río tiene un alto poder de autodepuración de la materia orgánica. El peligro está en su escasa capacidad para eliminar la mayor parte del fósforo que recibe. Por ello, hay que programar la depuración terciaria de estas aguas.

En el caso de San Nicolás del Puerto y Cazalla de la Sierra, puede ser apropiada la adopción de algún sistema "blando" de depuración como, por

ejemplo, lagunas aeróbicas, con posterior utilización del agua en un filtro verde o en regadío. Estos sistemas de depuración pueden ser muy efectivos, dado el clima de la zona. El caso de Constantina es bastante parecido aunque, al haber en la zona explotaciones agropecuarias que drenan al arroyo Bonajil (Figura 1), quizás se requieran sistemas más sofisticados de eliminación de fósforo. En el caso de El Pedroso, su proximidad al embalse probablemente exigirá el uso de sistemas convencionales hasta tratamiento terciario. Se ha sugerido la construcción de una central para el aprovechamiento hidroeléctrico del embalse y la utilización de esta energía en la depuración de las aguas.

Otras medidas aconsejadas han sido la eliminación previa de la vegetación del vaso inundable antes de poner en servicio la presa (CAMPBELL, et al., 1975) y la utilización correcta de la torre de toma de agua a distintas profundidades (existente en la presa). Estas actuaciones se han mostrado útiles en otros embalses de la zona (TOJA, 1982; TOJA et al., 1981).

BIBLIOGRAFIA

- CAMPBELL, P.G., BOBEE, B., CAILLE, A., DELMAS, M.J., SASSEVILLE, J.L., VISSER, S.A., 1975.- Pre-impoundment site preparation: A study of the effects of topsoil stripping on reservoir water quality. Verh. Internat. Verein. Limnol., 19 (3) : 1768-1777.
- GOLTERMAN, H.L. (ed.), 1969.- Methods for chemical analysis of freshwaters. IBP Handbook nº 8. Blackwell Sci. Publ. Oxford.
- MARGALEF, R., PLANAS, D., ARMENGOL, J., PRAT, N., VIDAL, A., GUISET, A., TOJA, J., ESTRADA, M., 1976.- Limnología de los embalses españoles. Publ. de la D.G. de Obras Hidráulicas. M.O.P. Madrid. nº 123 : 452 pp.
- RODIER, J., 1981.- Análisis de Aguas. Ed Omega. Barcelona : 1059 pp.
- STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R., 1965 (y ediciones posteriores).- A manual of sea water analysis. Bull. Fish. Res. Bd. Can., 125 : 203 pp.
- TOJA, J., 1982.- Control de la eutrofia de embalses por utilización selectiva de agua a distintas profundidades. Rev. Obras Públicas, Marzo-Abril : 223-231.
- TOJA, J., 1984.- Limnología de los embalses de abastecimiento de agua a Sevilla. Publ. del CEDEX. M.O.P.U. Madrid : 159 pp y 1 anexo.
- TOJA, J., GONZALEZ RULL, J.A., RAMOS, D., 1981.- Evolución del embalse de El Gergal en sus dos primeros años de vida. I Simposio del Agua en Andalucía, Vol. I : 167-179.
- VOLLENWEIDER, R.A., 1982.- Eutrophisation des eaux. Methodes de surveillance de evaluation et de lutte. O.C.D.E. Paris : 164 pp.