FISICO-QUIMICA COMPARADA DE DOS EMBALSES DE DISTINTO GRADO TROFICO.

Serafín CARBALLO (1); Rosa María FERNANDEZ (2); Josefina RODRIGUEZ (1); Fernando ALONSO-PASTOR (3) y Carmen DE LA ROSA (2).

1: Dpto. Microbiología. Facultad de Biología. U.Complutense.28040 Madrid.

2: Dpto. Microbiología. Facultad de Farmacia. U.Complutense.Madrid.

3: Instituto de Salud Pública de Navarra.

Palabras clave: Fisico-química. Embalses. Eutrofización.

COMPARED PHYSICO-CHEMISTRY OF TWO RESERVOIRS OF DIFFERENT TROPHIC DEGREE.

Key words: Physico-chemistry. Reservoirs. Eutrofication.

We have study physico-chemical parameters in the water column of two reservoirs of different trophic degree during 7 months. The reservoirs are: "El Atazar" (oligotrophic) and "El Vellón" (eutrophic). The phosphorus has been detected as limiting factor in the oligotrophic reservoir. We have compared our results from "El Atazar" with the Margalef's ones, and, we conclude that, in this moment, the Atazar trophic degree is at least mesotrophic.

INTRODUCCION.

Nuestro equipo ha estudiado durante siete meses dos embalses de la provincia de Madrid. "El Atazar", un gran embalse de 410 Hm³ de capacidad, clasificado como oligotrófico por Margalef (1976). "El Atazar" es el último embalse de una cadena de cinco (los otros son: Pinilla, Riosequillo, Puentes Viejas y El Villar, todos ellos eutróficos), situados en la cuenca del río Lozoya. Nosotros hemos realizado varios estudios en este embalse desde el año 1981 y conocemos bien su última evolución. El segundo embalse es "El Vellón", mucho más pequeño y totalmente eutrófico (Margalef, 1976). Presentamos aquí el último trabajo, una comparación de la fisico-química de estos dos sistemas. Comparamos además estos y otros resultados con los que sirvieron a Margalef para clasificar a "El Atazar" como oligotrófico..Esta comparación nos lleva a la certeza de que "El Atazar" ha dejado de ser oligotrófico y que su estado actual es al menos mesotrófico.

MATERIAL Y METODOS.

La toma de muestra fue mensual (de Marzo a Septiembre de 1986) recogiendo cada una de las capas de la columna de agua (epilimnion, metalimnion e hipolimnion) gracias al uso de una botella de profundidad. Los perfiles de oxígeno disuelto y temperatura se realizaron con un aparato electrónico marca ENVIROTECH (± 0.5 mg/l O₂; $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$). La

IV CONGRESO ESPAÑOL DE LIMNOLOGIA

Actas : 343-352

conductividad fue estimada en un conductivímetro de la casa YELLOW S. INSTRUMENTS, con compensador de temperatura y termómetro. El amonio, nitritos, nitratos y fosfatos fueron determinados según las indicaciones del Centro de Estudios Hidrográficos (De la Rubia, 1980) que coinciden casi en su totalidad con los de APHA (1981). La clorofila-a se determinó según el método descrito por Rodier (1981), filtrando una cantidad fija de 250 ml. Por último se determinó la transparencia de las aguas con un disco de Secchi.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Ambos embalses se estratificaron en el mes de Abril con unas termoclinas situadas a unos 6-8 metros de profundidad (por ejemplo en Julio, gráfica 1). Casi inmediatamente en El Vellón se agotó el oxígeno hipolimnético (gráfica 3) manteniéndose esta situación (por ejemplo, Julio, gráfica

2). En El Atazar los valores de oxígeno en profundidad se mantuvieron aceptables, presentando al igual que El Vellón perfiles de oxígeno clinografados (Wetzel, 1981). Ambos embalses presentaron un aumento del oxígeno epilimnético en el mes de Septiembre, que se debió a un "bloom" simultáneo de fitoplancton (ver gráficas 9 y 10).

La conductividad (gráfica 4) fue siempre mayor en El Vellón que en El Atazar. La mayor conductividad de El Vellón se explica fácilmente si consideramos que sobre este embalse se vierten grandes cantidades

de sulfato de cobre como algicida. También explica esto que El Atazar presente valores homogéneos de conductividad en la columna de agua, mientras que en El Vellón las tres capas se alternan los máximos en función de las horas transcurridas desde el último vertido y el momento de tomar la muestra.

Los máximos absolutos de ión amonio (gráfica 5) son mayores en El Vellón que en El Atazar, lo que se corresponde con su grado trófico. Además El Vellón presenta sus máximas concentraciones en el hipolimnion. En ambos embalses se produce un pico, más marcado en El Atazar, en el mes de Mayo (mes 5) que es simultáneo al agotamiento de los nitritos (gráfica 6); parece indicar una interrupción de la oxidación biológica del ión amonio. Los niveles de nitrato (gráfica 7) presentaron evoluciones

opuestas en ambos embalses, en el oligotrófico los niveles van aumentando con el tiempo, mientras que en el eutrófico la tendencia es a la disminución, quizás por un mayor consumo biológico realizado por su mayor biomasa (Wetzel, 1981).

Los fosfatos (gráfica 8) se han mostrado en el embalse de El Atazar como elementos totalmente parejos en su dinámica al desarrollo del fitoplancton (ver clorofila, gráfica 10). Es evidente que en El Atazar el fósforo ejerce el papel de elemento limitante. Se puede pensar incluso en el control del fósforo soluble como un buen indicador que prediga los desarrollos masivos de fitoplancton. El Vellón presenta mayores irregularidades en la dinámica del fósforo, aunque también se produce

aumentos simultáneos al desarrollo del fitoplancton, sus niveles medios son mayores que los de El Atazar. Los niveles de fósforo en El Atazar en los periodos interblooms son muy bajos o nulos. En El Vellón tras la estratificación, con su correspondiente anoxia, aumentan notablemente los niveles de fósforo del hipolimnion. Parece que la anoxia profunda produce una movilización de fósforo desde el sedimento al agua. Aunque con menos claridad que en El Atazar, es evidente que el elemento limitante en El Vellón es también el fósforo.

En El Atazar el disco de Secchi y la clorofila-a (gráficas 9 y 10) están perfectamente correlacionados entre sí, en este embalse se detectaron dos blooms de fitoplancton, en Marzo y Septiembre. Estos

parámetros presentan un comportamiento diferente en el embalse de El Vellón; los valores del disco de Secchi son siempre muy bajos y no varían apenas en el tiempo, esto es debido a la gran cantidad de materias en suspensión que presenta este embalse, con lo que disco no permite detectar los blooms de fitoplancton. La cantidad de clorofila-a es muy baja debido al uso de sulfato de cobre como algicida.

Los valores obtenidos en el embalse de El Atazar, tanto en este trabajo como en otros (Alonso-Pastor y Rodríguez, 1986; Carballo, 1987 y Fernández, 1986) nos hacían difícil seguir considerando a El Atazar como un embalse oligotrófico. Comparamos entonces nuestros resultados con los de Margalef (1976) y elaboramos un resumen que se muestra en la tabla I.

Se puede observar que el disco de Secchi ha perdido un metro en el tiempo transcurrido (12 años), con algunos valores concretos extrema-

PARAMETRO	1986		1974	
	-MEZCLA-	-ESTRAT-	-MEZCLA-	-ESTRAT-
Oxígeno				
epilimnion	6'26	6'37	7'24	6'86
metalimnion	4'90	4'90	6'86	6'88
hipolimnion	4'90	6'30	6'88	6'41
Ortofosfato				
epilimnion	0'83	1'24	0'12	0'30
metalimnion	1'02	0'80	0'10	0'20
hipolimnion	1'10	0'94	0'12	0'23
Nitrato				
epilimnion	0'08	0'23	9'21	2'35
metalimnion	0'17	0'22	9'35	3'12
hipolimnion	0'17	0'32	7'89	4'61
Nitrito				
epilimnion	0'05	0'11	0'12	0'13
metalimnion	0'06	0'10	0'11	0'15
hipolimnion	0'06	0'10	0'10	0'09
Clorofila				
epilimnion	1'26	8'32	5'74	3'85
Secchi	5'06		6'26	

TABLA 1. COMPARACION AÑOS 1986-1974. COMPARATION YEARS 1986-1974

mente bajos (0.75 metros en Septiembre de 1986, Carballo, 1987). Esta caída puede deberse más al aumento de sólidos en suspensión que a la propia biomasa, sin descartar el efecto de ésta. Normalmente El Atazar sufre dos blooms de fitoplancton al año (Carballo, 1987), uno a mediados de la Primavera y otro a principios del Otoño, es cuando la profundidad del disco de Secchi es menor (Margalef, 1983). El otoñal suele ser más fuerte que el primaveral, por ello aumenta sensiblemente la cantidad de clorofila epilimnética en la época de estratificación.

Las pérdidas de oxígeno son menores, comparativamente, que las del disco de Secchi. El Atazar sigue manteniendo aceptables concentraciones en profundidad, pero al igual que otros parámetros presenta una evolución negativa.

Uno de los parámetros más alarmantes en cuanto a su variación es la cantidad media de ortofosfatos. Se ha producido un importante aumento en todas las capas del embalse. Este aumento nos indica claramente que El Atazar está avanzando en su estado trófico. No vamos a insistir aquí en la importante relación entre el fósforo y la eutrofización.

En cuanto a las formas nitrogenadas se observa un ligero descenso en la cantidad media de nitritos y fortísimas bajadas en las cantidades

de nitratos. Esta caída puede estar asociada a un mayor consumo biológico (Wetzel, 1981), lo que implicaría un aumento de la biomasa del ecosistema, y esto se puede considerar como un avance en la escapada de la oligotrofia. Que los nitritos no presenten variaciones grandes parece confirmar simplemente las preferencias de los microorganismos por unas determinadas fuentes de nitrógeno (Alexander, 1977).

Si asumimos que actualmente la forma de eutrofización más importante es la eutrofización cultural (Masson, 1984), es decir aquella cuyo origen primario son las actividades del hombre, podemos usar indicadores de estas actividades y observar su evolución. Una de las formas más importantes de alteración de los ecosistemas acuáticos son los vertidos urbanos. Podemos usar como indicador la especie Pseudomonas aeruginosa. Así en la tabla II podemos seguir la evolución del % de muestras analizadas en que fue positiva la detección de P. aeruginosa, la conclusión es

	<u>EPI</u>	<u>HIPO</u>
1983:	0 %	---
1985:	33 %	66 %
1986:	100 %	100 %

Tabla 2. % de muestras con P.aeruginosa positivo. % of samples P.aeruginosa positives.

	<u>EPI</u>	<u>HIPO</u>
1983:	25 %	---
1985:	100 %	100 %

Tabla 3. % de muestras con E.coli positivo. % of samples E.coli positives.

evidente, este microorganismo ha ido colonizando poco a poco el sistema y esto solo puede hacerlo a través de los vertidos. Se añade además de la consideración ecológica, la sanitaria dado la peligrosidad de este microorganismo, muchas veces resistente a los tratamientos de cloración (Guinea et al., 1979) y patógeno grave en inmunodeprimidos (lactantes, ancianos y enfermos) (Davis et al., 1979). Aunque disponemos de menos datos se puede afirmar lo mismo de uno de los indicadores más universales como es E.coli (ver tabla III).

Sobre toda esta evolución negativa han actuado diversos factores, como por ejemplo el aumento de población en las cuencas de recepción,

pero también pesan políticas hidráulicas erróneas. Pondremos un ejemplo concreto. Durante el año 1985 nosotros estudiamos la contaminación fecal en el embalse de El Atazar y sus afluentes (Fernández, 1986). En este periodo de estudio El Atazar llegó a tener un 99.99% de su máxima capacidad. Esto no se debió a una pluviosidad especialmente fuerte, sino a un trasvase masivo de agua de los otros cuatro embalses que le preceden

en la cuenca del río Lozoya, que, como ya dijimos, son totalmente eutróficos. En la gráfica 11 se puede observar como a medida que disminuye la pluviosidad, aumenta la cantidad de agua embalsada. Con ello se consiguió llenar un embalse oligotrófico con unas aguas eutróficas y muy contaminadas, rompiendo además la cadena de autodepuración que funcionaba con bastante eficiencia (Alonso-Pastor y Rodríguez, 1986).

Es evidente que en los últimos años El Atazar ha sufrido una degradación importante que impide su consideración como oligotrófico y que lleva a sospechar un estado al menos mesotrófico.

BIBLIOGRAFIA.

- ALEXANDER, M. 1977. Introduction to soil microbiology. Ed. John-Williams. New York. 462 pp.
- ALONSO-PASTOR, F. y RODRIGUEZ, J. 1986. Estudio comparativo de la flora microbiana aerobia del epilimnion de embalses de distinto grado trófico del río Lozoya. Boletín de la Sociedad de Ecología y Biogeografía. 5: 90-105.
- APHA 1981. Standard methods for the examination of water and wastewater. 15 th. ed. 1134 pp.
- CARBALLO, S. 1987. Dinámica del ciclo biogeoquímico del nitrógeno en dos embalses de distinto grado trófico. Tesina Facultad de Biología. U.Complutense. Madrid. 305 pp.
- DAVIS, B., DULBECCO, R.; EISEN, E.; GINSBERG, H. y WOOD, W. 1978. Tratado de microbiología. 2ª ed. Ed. Salvat. Barcelona. 1559 pp.

- DE LA RUBIA, J. 1980. Análisis de las aguas naturales continentales. Ed. Centro de Estudios Hidrográficos. MOPU. Madrid. 168 pp.
- FERNANDEZ, R.M. 1986. Influencia de la contaminación fecal de los aportes sobre la calidad de las aguas de dos embalses de abastecimiento. Tesina Facultad de Farmacia. U.Complutense. Madrid. 301 pp.
- GUINEA, J.; SANCHO, J. y PARES, R. 1979. Análisis microbiológico de aguas. Ed. Omega. Barcelona. 122 pp.
- MARGALEF, R. (coordinador), 1976. Limnología de los embalses españoles. MOPU. Madrid. 422 pp.
- MARGALEF, R. 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- MASSON, C.F. 1984. Biología de la contaminación del agua dulce. Ed. Alhambra. Madrid. 288 pp.
- RODIER, J. 1981. Análisis de las aguas. Ed. Omega. Barcelona. 1059 pp.
- WETZEL, G. 1981. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. 679 pp.