

# TRANSFORMACION DEL «INPUT» ORGANICO EN LA LAGUNA ATALASOHALINA DE FUENTE DE PIEDRA

J. Lucena Rodríguez, F. X. Niell, O. Herberg Ramos

Dpto. de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. Campus de Teatinos. 29071 Málaga.

Trabajo realizado con cargo al proyecto de P.B. 86-06-77 de la CICYT.

Palabras clave: atalasoaline lake, impact, olive-pulp-water

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THE IMPACT OF THE DISPOSAL OF OLIVE-PULP-WATER RESIDUALS IN THE ((FUENTE DE PIEDRA ATALASOHALINE LAKE))

The main study of the lake atalasoaline of Fuente de Piedra (Málaga) has been from the ornithological fauna and standpoint, giving no attention to the energetic aspect of its functioning, that is, to the flux of material and energy.

The most important human industrial activity influencing the lake is the disposal of what is known here as «Alpechín», the residual waters from the pressing of olives; and so far, there has been no analysis of the possible consequences derived from this.

Our purpose is to try to answer these three questions:

- 1) What is the impact of the disposal of these residuals on the planktonic and sedimentary systems?
- 2) To what degree are such systems affected by this disposal?
- 3) How long does it take for the organic matter poured to be degraded?

The immediate consequences of this waste disposal are a decrease in pH, accompanied by a large supply of phosphorous, followed by a rapid time-space recovery. At the same time, *Phytobenthic* production is stimulated.

## INTRODUCCION

La laguna de Fuente de Piedra, declarada Reserva Integral el 9 de enero de 1984 ha sido fundamentalmente estudiada bajo el punto de vista de la avifauna que la visita, aunque últimamente se han ampliado los estudios a otros grupos de su fauna y flora (una buena revisión hace Vargas *et al.*, 1983) así como su hidrología (estudio éste realizado por el Instituto Geológico y Minero de España). No obstante, a nuestro modo de ver, seguía existiendo una gran «laguna» en los estudios realizados y ésta es el estudio del medio bajo el punto de vista energético, es decir, cuál o cuáles son las formas de energía que llegan a la laguna, y a través de qué mecanismos se da la transferencia de energía entre los distintos componentes del medio. En definitiva, llegar al conocimiento del flujo de materia y energía en la laguna de Fuente de Piedra, medio éste caracterizado por presentar una gran severidad ambiental y una escasa persistencia en las condiciones del mismo.

Fuente de Piedra es, pues, un medio extremo e inhóspito, irreplicable en sus ciclos y distinto a todos los

medios atalasoalinos que conocemos, ya que todos estos medios lavan suelos distintos y de modo local responden a regímenes absolutamente únicos.

En la Figura 1 se desarrolla un modelo teórico del funcionamiento global de la laguna (Niell y Lucena, 1986). Podemos afirmar que el único compartimento bien conocido es el de la avifauna y, por consiguiente, es necesario desarrollar los distintos aspectos de este diagrama para llegar al conocimiento de la misma, estableciendo unas prioridades y figurando en primer lugar la influencia de la actividad humana, siendo el vertido de alpechín, producto residual de las almazaras, la más importante y sobre el cual no existe ningún antecedente bibliográfico relacionado con dicha laguna.

Con el planteamiento recogido en la Figura 2 se pretende dar respuesta a tres supuestos sobre la agresión que puede representar el vertido de alpechín a la laguna:

- a) ¿Qué impacto produce la entrada brusca de alpechín en los sistemas planctónicos y sedimentarios de la laguna = Impacto del alpechín,  $I_a$ ?
- b) ¿Hasta dónde se resisten dichos sistemas de la entrada de materia orgánica = Impacto del sistema,  $I_s$ ?

Limnética 3: 9-15 (1987)

© Asociación Española de Limnología, Madrid. Spain

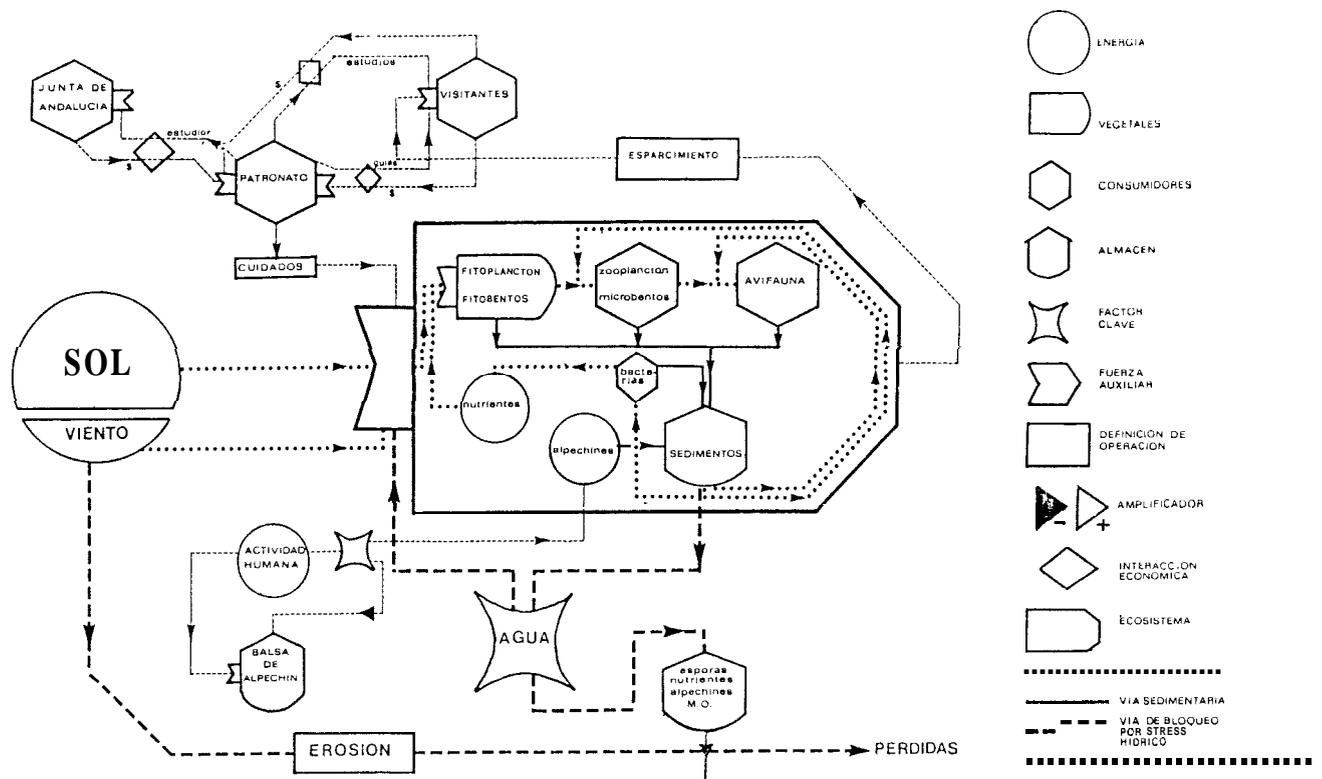


Fig. 1.-Modelo teórico del funcionamiento global de la laguna (Niell y Lucena, 1986).  
Theoretical model of the lake global functioning

c) ¿Cuánto tarda en degradarse la materia orgánica que llega a la laguna, puesto que no se la encuentra en el sedimento?

Para ello se han planteado dos experiencias distintas:

a) En el laboratorio: Determinación de la variación temporal en el contenido en fósforo soluble, en pH y en Eh del alpechin al ser éstos los principales indicadores influidos por el mismo.

b) En la laguna: mediante la realización de un vertido brusco poco controlado, en uno de los puntos de entrada tradicional del alpechin, el Arroyo de Santillán, y en el que se ha estado un año sin verter, para detectar de qué manera se comportan las variables anteriores, tanto en el agua como en el sedimento, así como la influencia sobre la concentración de materia orgánica y de clorofila a total en el sedimento, a lo largo del tiempo y el espacio.

## MATERIAL Y METODOS

El alpechin utilizado ha sido el procedente de la almazara del pueblo.

Composición del alpechin.- Contenido en agua: se-

cado en estufa a  $105 \pm 1^\circ \text{C}$ ; materia orgánica y cenizas mediante incineración a  $550^\circ \text{C}$ .

Evaluación del impacto.- La dilución del alpechin en el agua de la laguna se ha determinado mediante una recta patrón de absorbancias a  $550 \text{ nm}$ , al ser ésta la longitud de onda a la que se da mayor absorbancia de una muestra de alpechin.

La evaluación del área del impacto se ha realizado por el método de Hammersley y Handscomb (1964), y según los esquemas de las Figuras 3a y 3b.

La evaluación del Impacto Parcial I en el intervalo  $D_i - D_j$  del gradiente, se puede estimar así

$$I = \frac{[D.X]^{D_i}}{D_i} \frac{D_i}{D_j} - 1 \quad (\text{Algarra y Niell, 1985})$$

$$\int_{D_j}^{D_i} f(D) dD$$

siendo  $D$  la distancia del origen al punto  $i$  o  $j$ , y  $X$  el valor máximo de la concentración de alpechin.

Fósforo total: mediante digestión ácida (Sommers y Nelson, 1972).

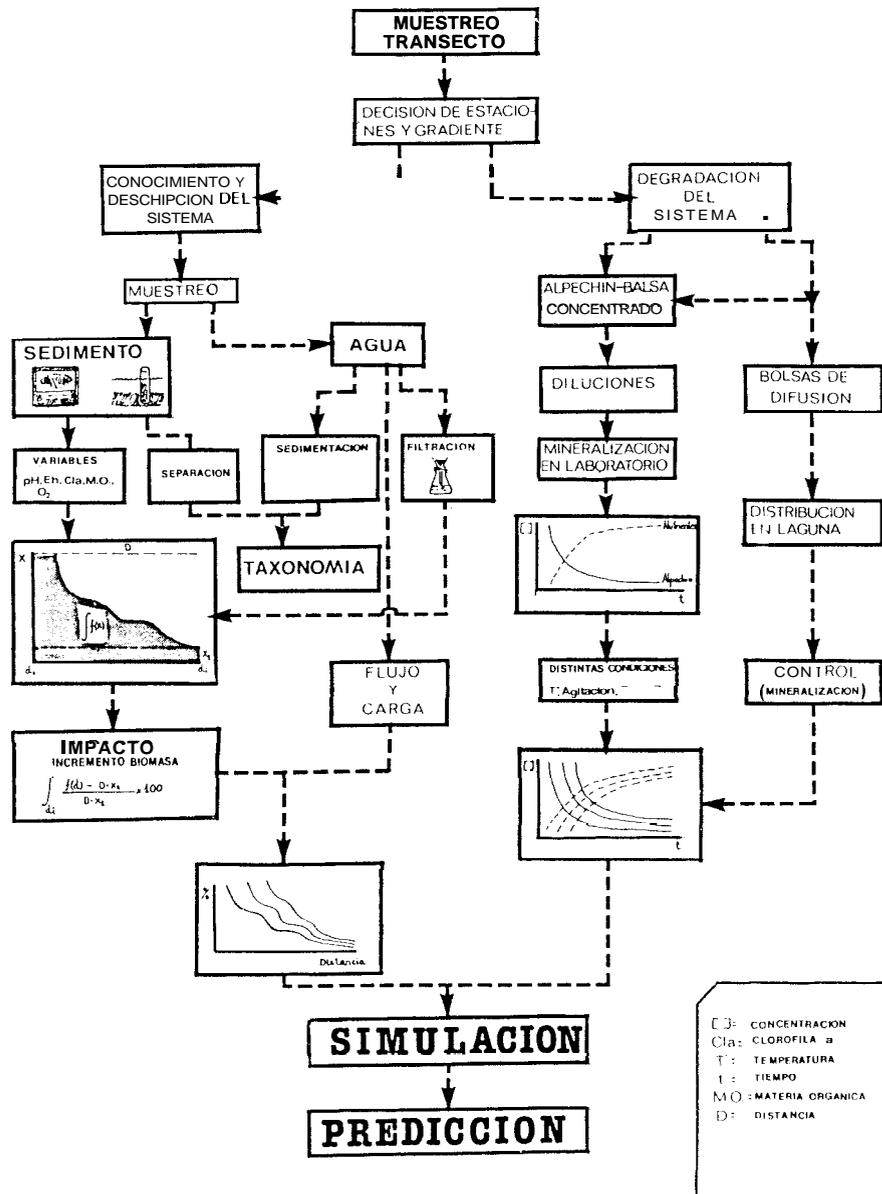


Fig. 2.-Desarrollo del estudio.  
Development study

Fosfato: mediante azul de molibdeno y utilización de autoanalizador de Technicon.

Clorofila *a*: índices de Whitney y Darley. La turbidez de los extractos tras la acidificación que se presenta en algunas muestras se resolvió neutralizando según indica Holmhensen y Riemann (1978).

## RESULTADOS

*Experiencia de laboratorio.*— El alpechín presentó

un contenido en agua del 90.44 %, del 8.52 % en materia orgánica y 1.04 % en cenizas; pH = 5.

Para determinar la influencia del alpechín sobre el pH y la concentración de fósforo, hemos añadido alpechín de 10 en 10 ml. a 2.000 ml. de agua de la laguna. El pH presenta una variación exponencial negativa con una significación del 99.9 % (Fig. 4), alcanzándose el valor de pH del alpechín (=5) a la concentración del 5 %, manteniéndose esta constante a partir de dicha concentración.

En la misma Figura se presenta la variación en fosfa-

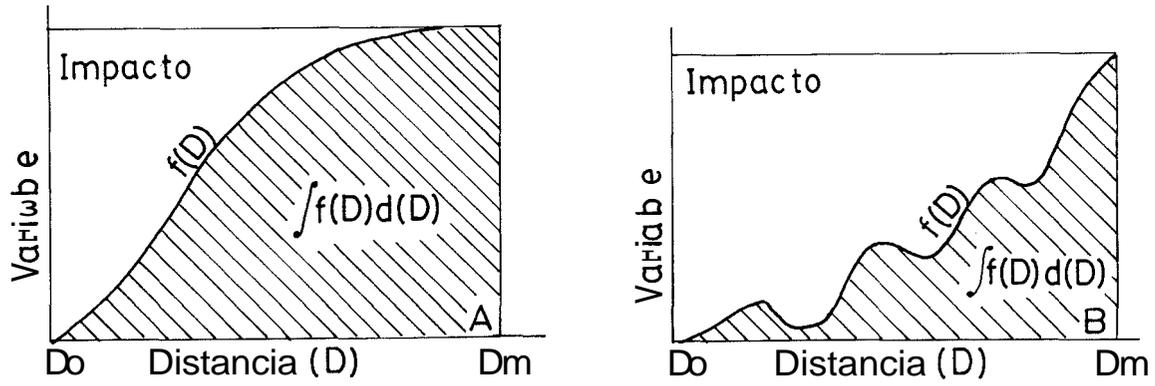


Fig. 3.—Esquema de la valoración global en un gradiente dado. El área máxima teórica viene dada por el área del rectángulo definido por el punto de máxima recuperación del sistema (valores máximos de la variable). A. La función gradienta es sencilla. B. La función gradienta no es sencilla, recomendándose el método de Hammersley & Handscomb (1964) para la estimación del área que define.  $D_o$ , distancia inicial del gradiente (donde se localiza el foco de perturbación).  $D_m$ , distancia donde se da la recuperación máxima del sistema (Algarra y Niell, 1985).

Diagram of the global variation in a given gradient. The maximum theoretical area is given by the rectangle area defined by the point of maximum recovery of the system (maximum values of the variable). A. The gradient function is simple. B. The gradient function is not simple, recommending the Hammersley & Handscomb method (1964) to estimate the defined area.  $D_o$ , initial distance of the gradient (where the perturbation focus is located).  $D_m$ , distance where the maximum recovery of the system is doing (Algarra & Niell, 1985).

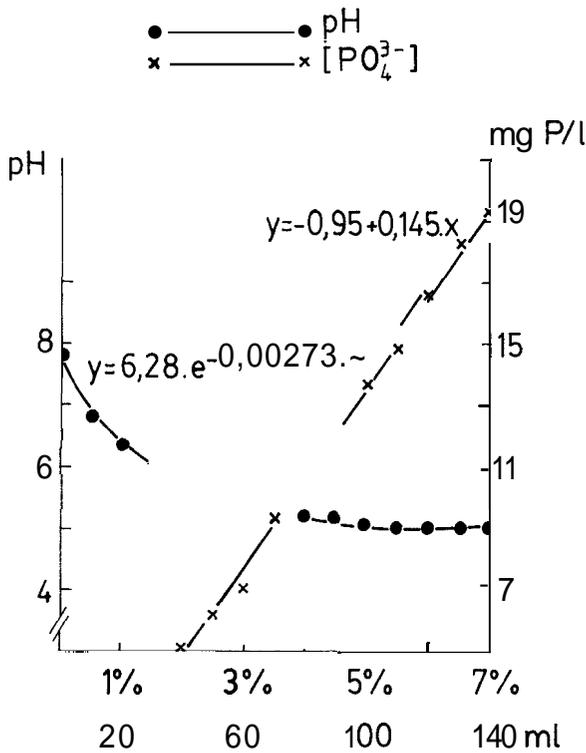


Fig. 4.—Variación del pH y de ortofosfato con el aumento de la concentración de alpechin.

Variation of pH and orthophosphate with the increase of the "alpechin" concentration.

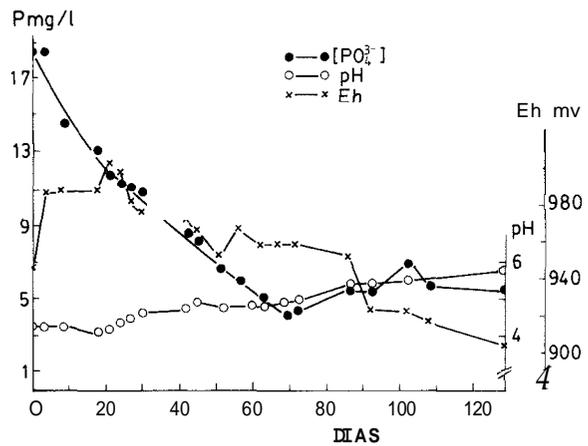


Fig. 5.—Variación temporal del pH y de ortofosfato a partir de la dilución del 7% en alpechin.

Variation in time of pH and orthophosphate starting from a dilution of 7% in "alpechin".

to, estableciéndose una relación lineal entre ésta y la concentración de alpechin con una significación del 99.9%.

A partir de la última disolución (7%), sometida a burbujeo con aire, se ha realizado un seguimiento temporal de estos parámetros (Fig. 5). El pH sufre sólo una ligera recuperación, debido al gran efecto acidificante y a la persistencia del pH del alpechin (Fiestas, 1958). Por el contrario, el fósforo experimenta una

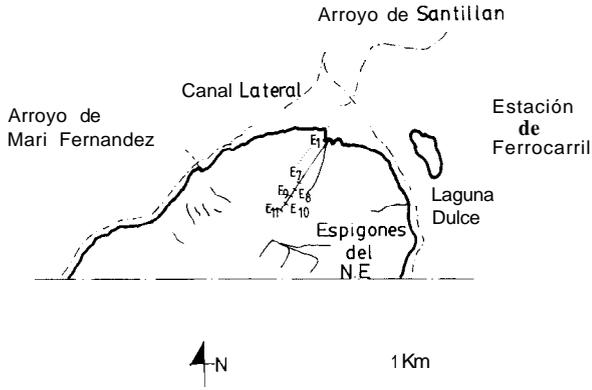


Fig. 6.-Estaciones de muestreo. Situation of the sample plots.

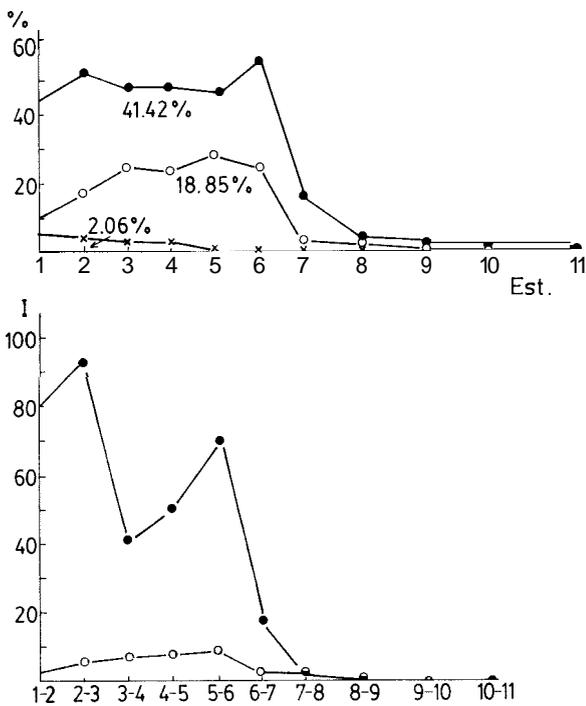
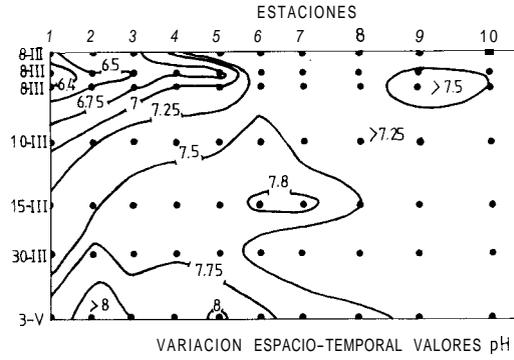


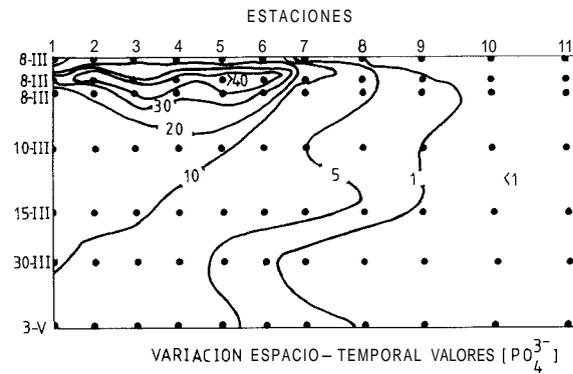
Fig. 7.-a) Valoración del impacto de alpechín ( $I_a$ ) tomando como referencia la concentración de alpechín. b) Valoración del impacto parcial I entre cada dos estaciones.

Valuation of the "alpechin" impact ( $I_a$ ) considering as reference the concentration of "alpechin". b) Valuation of the partial impact (I) between each two sample plots.

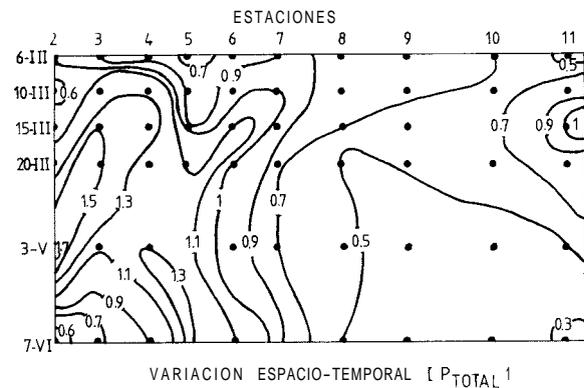
fuerte variación poniéndose de manifiesto dos comportamientos diferentes, uno de insolubilización y otro de probable saturación. El primero es exponencial a un Eh alto y que al disminuir éste y al aumentar el pH, se estabiliza para una concentración de ortofosfato de 6 mg P/l.



VARIACION ESPACIO-TEMPORAL VALORES pH



VARIACION ESPACIO-TEMPORAL VALORES  $[PO_4^{3-}]$



VARIACION ESPACIO-TEMPORAL  $[P_{TOTAL}]$

Fig. 8.-a) Variación espacio-temporal de los valores de pH. b) Variación espacio-temporal de los valores de ortofosfato. c) Variación espacio-temporal de los valores de fósforo total en sedimento. La localización de las estaciones se corresponde con log distancia y la de las fechas de muestreo, eje vertical, con log (horas + 1).

Time and spatial variation of the pH values. b) Time and spatial variation of the orthophosphate values. c) Time and spatial variation of the total phosphorus values in the sediment. The location of the sample plots is according with the log distance and the sample dates, vertical axis, with log (hours + 1).

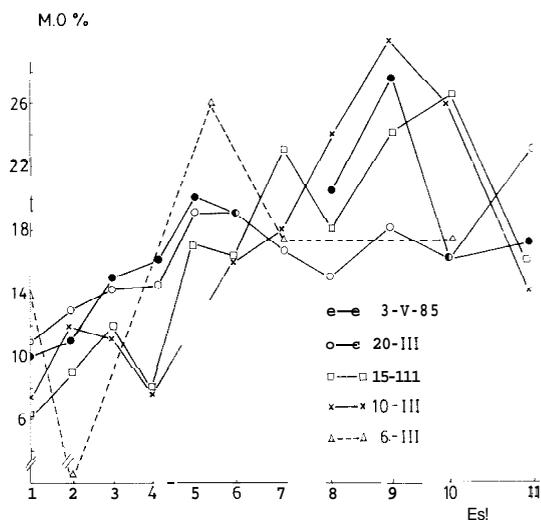


Fig. 9.-Concentración de materia orgánica (%).  
Concentration of organic matter (%).

3 mg. Cl<sub>a</sub> / g. M.O.

● 3-V  
○ 20-III  
□ 15-III  
× 10-III  
△ 6-III-85

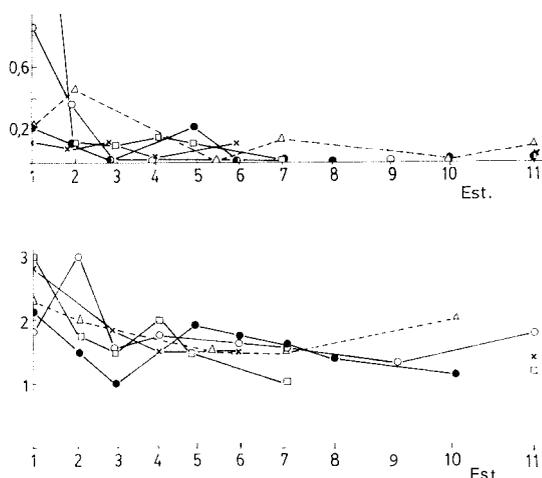


Fig. 10.-a) Variación de la concentración de Cl a / M.O. b) Variación en el índice de Whitney y Darley.

Variation of the Cl a / M.O. concentration. b) Variation of the Whitney and Darley index.

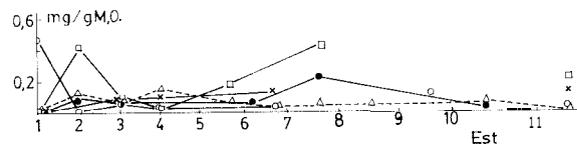


Fig. 11.-Variación de la concentración de feopigmentos/M.O.  
Variation of the pheopigments / M.O. concentration.

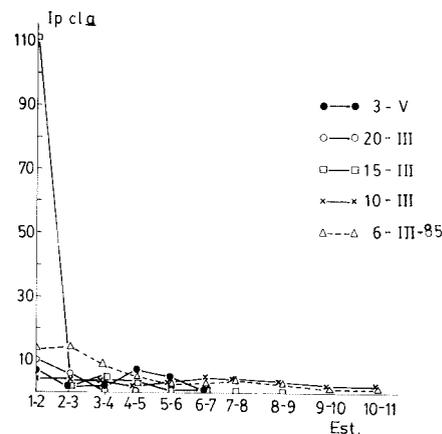


Fig. 12.-Impacto parcial I<sub>p</sub> en función de la concentración de Cl<sub>a</sub>.

Partial impact I<sub>p</sub> as a function of the concentration of Cl<sub>a</sub>.

*Experiencia de campo.*— Para dar respuesta a los supuestos comentados en la introducción, el 6 de marzo de 1985 se realizó un vertido de 8.500 l. de alpechín en la desembocadura del Arroyo de Santillán, realizándose un seguimiento de la mancha a través de un transecto (Fig. 6). Las estaciones se han situado a una distancia de 25–30 m. una de la otra hasta la 7; a 8; 65–70 m. de 8 a 9; 95–100 m. de 9 a 10 y 300 m. de 10 a 11.

La valoración del impacto en cada tiempo y cada estación se ha determinado a partir de la concentración de alpechín en cada muestra.

La valoración de I<sub>a</sub> tomando como parámetro para su evaluación la concentración de alpechín en cada estación (Fig. 7a) pone de manifiesto que, inmediatamente después del vertido, se dan máximos de concentración, uno en la estación 2, salida a la laguna, y otro en la zona 6, zona de confluencia de los dos ramales y cómo a partir de este punto se da la caída en la concentración, siendo prácticamente cero a nivel de la estación 10. Llama aun más la atención la rápida recuperación del sistema a los 50 minutos, pudiendo considerarse una recuperación total a las 48 horas.

El impacto parcial entre cada dos estaciones (Fig. 7b), pone de manifiesto que la zona 1–2 está más influida, mayor porcentaje del impacto, que la 5–6 en el primer muestreo, y que en el segundo muestreo el máximo se da en esta segunda zona aunque sin superar el 10% de impacto parcial, y ya en el tercer muestreo el

impacto es prácticamente cero, de ahí el que no este representado.

Considerando como indicador de la presencia de alpechín al pH del agua se ve que nada más realizar el vertido (Fig. 8a), se deja sentir su efecto hasta la estación 6 y que con el tiempo se da una recuperación, alcanzándose valores superiores a los iniciales. De la estación 6 en adelante el pH se mantiene constante con el tiempo.

Sobre el pH del sedimento, la zona de mayor influencia, al igual que en el agua es la definida desde el origen a la estación 6 y los valores de pH se encuentran siempre a igualdad de espacio y tiempo, por debajo de los del agua (Fig. 11).

La distribución temporal del fosfato, muestra un paralelismo con la del pH, aunque la influencia espacio-temporal es en este caso mayor (Fig. 8b).

La caída temporal de ortofosfato en el agua produce un incremento importante de fósforo total en el sedimento (Fig. 8c). Antes del vertido, 6 de marzo, se da en el transecto una bajada desde la estación 2 a la 5. un incremento en la 6 y 7, para decrecer en el resto del mismo. Al igual que con el pH y el ortofosfato la influencia del vertido sobre el fósforo total se da hasta las estaciones 6 y 7, siendo las estaciones 3 y 4 las que presentan valores superiores, y en esta parte del transecto se mantienen valores superiores a los iniciales.

La concentración espacio-temporal de materia orgánica en el sedimento se presenta con dos máximos, estaciones 5 y 9 (Fig. 9).

El comportamiento de la estación 5 parece corresponderse con el del impacto, lo que unido al aporte de fósforo provoca un incremento de la clorofila a activa (Fig. 10a), del índice de Whitney (Fig. 10b), valores bajos de feopigmentos (Fig. 11), e incremento de los valores de pH; en definitiva un incremento en la producción del fitobentos.

En la estación 9 el comportamiento de la materia orgánica es más irregular, lo que unido a la escasez de datos en los demás parámetros, nos impide su justificación.

Las estaciones 1 y 2 dan la mayor variabilidad y los valores máximos en clorofila a activa y en el índice de Whitney, lo que puede estar determinado por ser dulce el agua (2% de salinidad), mientras que avanzamos en el transecto la salinidad aumenta rápidamente (35% a partir de la estación 5) y sufre grandes variaciones en el tiempo dependiente de la cantidad de agua dulce que entra en la laguna, llegando al 150% en la estación 11.

Al hacer la valoración del impacto parcial en base a la concentración de clorofila a activa (Fig. 12), se pone de manifiesto una pequeña caída una vez realizado el vertido, pero a los siete días se da un fuerte incremento del orden del 100% en la zona 1-2, para a continuación, volver a los valores normales. El resto del transecto no se ve afectado por el vertido.

## CONCLUSIONES

El alpechín utilizado presenta un alto efecto acidificante, gran persistencia en el valor del pH (5), alto contenido en fósforo (286 mg P/1), una concentración de 8,52% en materia orgánica, 90,44% en agua y 1,04% en cenizas, de forma que el sistema de Fuente de Piedra responde, ante un vertido de alpechín, con una disminución de su pH y de la salinidad, un incremento en la concentración de fósforo, todo lo cual provoca una elevada concentración de clorofila a activa en la zona de vertido, lo que representa un incremento de la producción potencial del sistema, estableciéndose un claro gradiente espacio-temporal negativo, a medida que nos alejamos del punto y del momento del vertido, de los parámetros anteriormente citados.

El acúmulo de materia orgánica en el sedimento se ve compensado o controlado por la acción deshidratante y elástica de la temperatura y de una fuerte erosión eólica en la época estival, lo que no permite la persistencia de la materia orgánica en el sedimento durante mucho tiempo.

Todo lo anterior debe de considerarse en el contexto de un vertido puntual y, por tanto, si se siguiera vertiendo alpechín se deberá establecer un seguimiento de los efectos que él mismo provoque.

## BIBLIOGRAFIA

- Algarra, P. y F.X. Niell. 1985. Gradientes pigmentarios en sistemas marinos sometidos a efluentes contaminantes. *Inv. Pesq.* 49(1), p. 107-119.
- Anónimo. 1984. Estudio hidrogeológico de la Cuenca de Fuente de Piedra. *Instituto Geológico y Minero de España*. Ministerio de Industria y Energía.
- Fiestas Ros de Ursinos, J.A. 1958. Alpechines. *Grasas y Aceites*. Vol. 9, Fasc. 3, p. 126-135.
- Hammersley, J.M. & D.C. Handscomb. 1964. *Montecarlo methods*. Methuen and Co. Ltd., Londres, 178 pp.
- Holm-Hensen, O. & B. Riemann. 1978. Chlorophyll a determination: Improvements in methodology. *Oikos*. 30:438-447.
- Niell, F.X. y J. Lucena. 1986. Comentarios sobre un sistema único: La Laguna de Fuente de Piedra. Ideas de cómo planificar su investigación y su uso. *Oxyura*, vol. III, n.º 1.
- Sommers, L.E. & D.W. Nelson. 1972. Determination of total phosphorus in soils: A rapid perchloric Acid Digestion procedure. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* vol. 36, p. 902-904.
- Vargas, J.M.; M. Blasco y A. Antúnez. 1983. Los vertebrados de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga). *Monografía* n.º 28, I.C.O.N.A.
- Whitney, D.E. & W.M. Darley. 1979. A method for the determination of chlorophyll a in samples containing degradation products. *Limnol. Oceanogr.* 24(1): 183-186.

