

ecosistema, ha hecho que las características físico-químicas y biológicas de las aguas hayan cambiado radicalmente siendo en la actualidad La Albufera uno de los ecosistemas acuáticos más eutróficos del mundo. El carácter de laguna hipertrófica que posee en la actualidad La Albufera ha motivado la desaparición de las praderías subacuáticas, lo que conlleva una pérdida de la diversidad de especies vegetales y animales que allí se refugiaban o de donde se alimentaban (Soria, 1987).

Otra de las consecuencias de este impacto ha sido la paulatina desaparición de los manantiales y surgencias que existían tanto en el marjal como en el propio lago. Estas surgencias, llamadas en valenciano "ullals" (G.E.C., 1989), están constituidas actualmente por áreas de reducida superficie y de escasa profundidad. El agua que mana suele ir encauzada por acequias durante un corto recorrido antes de confluír a otras que portan aguas de muy diversa calidad, generalmente de mala a pésima.

Los "ullals" se caracterizan por ser ecosistemas donde los factores físico-químicos son poco fluctuantes (Colom *et al*, 1988). Esto es fundamental para las especies que allí encuentran las condiciones necesarias para sobrevivir, ya que generalmente estas especies están adaptadas a ambientes estables en los que cualquier alteración puede dificultar su supervivencia en el medio.

La importancia de estas surgencias de agua, que todavía se dan de forma casi siempre aislada en el interior del marjal y a modo de rosario en algunas zonas del perímetro del parque, se evidencia por la necesidad que tiene éste de un aporte de aguas sin carga contaminante y por el papel que juegan estos enclaves como reserva genética tanto de numerosas especies desaparecidas actualmente en el resto de la superficie del Parque, como de otras cuyas poblaciones se encuentran en clara regresión. Además, debido a lo aislados y dispersos que se encuentran las surgencias en el área del Parque, no existe intercomunicación entre ellos. Además, las acequias, que podrían servir como vías de colonización y conexión de las especies acuáticas, se encuentran tremendamente contaminadas, imposibilitando esta relación. Esto hace que, en cada manantial, aparezcan unas especies u otras en función de las que lo poblaban inicialmente y de la degradación y recolonización natural o inducida por el hombre que hayan sufrido a lo largo de los tiempos.

Muchos de los "ullals" han sido aterrados en las últimas décadas, y los que todavía mantienen una lámina de agua importante, se hallan rodeados siempre por campos de cultivos bien sean de huerta, frutales, o bien de arrozal. Esto hace que no exista una zona de interfase entre la surgencia y el medio antrópico, presentando casi todos taludes pronunciados y muros de hormigón o mampostería, donde debiera existir una amplia franja de vegetación palustre emplazada sobre una suave pendiente. Por otra parte, la presencia de cultivos en las proximidades es muy perjudicial ya que conlleva la contaminación directa por tratamientos agrícolas y filtraciones de los abonos a través de la capa freática. Los cultivos de arroz también pueden impactar negativamente, dado que en numerosas ocasiones drenan directamente a la surgencia, con lo que éste recibe en la realidad los mismos tratamientos que el arrozal. Este drenaje puede ser producido voluntariamente por el propio agricultor, que realiza los drenajes, o por animales que excaven galerías que intercomunican el arrozal y la surgencia, como los roedores o los cangrejos.

Es fácil comprender, según los aspectos expuestos, que estas áreas y las especies que mantienen se encuentran en una situación muy precaria. Por tanto es urgente su protección y aún más la regeneración de todos los que resulten más interesantes tanto desde el punto de vista biológico como el paisajístico o cultural.

Es evidente la importancia de los "ullals", como una necesidad para la existencia de zonas como reservas genéticas de numerosas especies desaparecidas actualmente en La Albufera y en gran parte de la superficie del Parque Natural.

MATERIAL Y METODOS

Parámetros físicos del agua que se determinan son la temperatura y la conductividad. Se ha estudiado el caudal del efluente, medido normalmente en el punto de salida hasta la acequia donde se produce el drenaje, según la metodología descrita por Escribá (1988). No consideramos las pérdidas por evaporación o infiltración cuando damos un valor de caudal.

En cuanto a parámetros químicos y compuestos analizados, son los siguientes: pH, Eh, Oxígeno disuelto, Fosfato, Amonio, Nitrito y Nitrato, Cloruro y Alcalinidad. La metodología empleada ha sido la habitual en este tipo de trabajos, descrita por Golterman *et al.* (1978) y Margalef *et al.* (1976).

Era conocida de antemano, por la realización de trabajos previos (Soria *et al.*, 1987; Colom *et al.*, 1988) la situación de las principales surgencias de agua en lo que posteriormente sería el Parque Natural de La Albufera. Para localizar las restantes, se partió de las fotografías aéreas de 1956 para tratar de encontrar signos que mostraran la existencia de "ullals", por la presencia de superficie de lámina de agua libre, formaciones de vegetación de cañaveral y carrizar dentro de áreas cultivadas, etc. Estas imágenes se compararon con otras similares obtenidas en junio de 1988. Posteriormente se sobrevolaron a baja altura, desde un ultraligero, las zonas que presentaban indicios de existencia de surgencias para reconocer mejor desde el aire y tratar de descubrir si, todavía, quedaban restos de ellas. Por último, se accedió desde tierra a cada punto, para determinar su situación, medirlos y tomar las muestras.

El proceso estadístico de los datos se ha realizado mediante el programa BMDP, normalizando los datos obtenidos con la transformación logarítmica. En el estudio descriptivo se han considerado las cuarenta surgencias localizadas, mientras que en el estudio multivariante se han considerado las veintisiete de las que se disponía de datos para todas las variables utilizadas, eliminado del análisis las que les faltaba algún dato.

RESULTADOS

1. PRESENCIA DE ULLALS

La aparición de numerosos manantiales, "ullals", en este entorno se puede explicar por diversos factores. La Albufera de Valencia está situada en el extremo oriental del acuífero miocuaternario de la llanura de Valencia que ocupa una extensión de 1200 km² y un espesor medio saturado de 100 metros. Los materiales que componen el acuífero corresponden a una serie del Mioceno, constituidos por arenas, areniscas, limos, limolitas y arcillas con una potencia estimada de 80 metros, que se encuentra coronada por una serie superior calcárea, de edad Mioceno Superior-Plioceno. Sobre estas dos series se disponen los materiales cuaternarios, constituidos por limos, limo-arenosos, arcillas y lentejones de gravas. Por otra parte en el área adyacente al mar Mediterráneo, entre el nuevo cauce del Turia y Cullera, existe una franja con una anchura media de 6 km., que se caracteriza por la presencia de niveles permeables del subsuelo saturados de aguas saladas, que se comportan a nivel global como una barrera impermeable del acuífero detrítico que se encuentra en su borde occidental. Este hecho condiciona que este acuífero disminuya bruscamente su espesor en las proximidades de esta pantalla, lo cual se manifiesta en superficie con la aparición de los citados manantiales. Además de éstos, se tiene constancia de la existencia de "ullals" en la propia Albufera, zonas donde no colonizaba la vegetación porque la fuerza de la surgencia arrastraba el material suelto del fondo y quedaba reducido a gravas, donde manaban aguas dulces. Bien es cierto que la disminución de la localización de "ullals" en La Albufera se debe tanto a factores propios del acuífero como a la propia eutrofización del lago, que hace desaparecer la vegetación y las posibles referencias que de la situación del punto de surgencia se podían tener.

Por esto, no se han encontrado surgencias dentro de la Albufera, mientras que fuera de ella, entre los arrozales, y entre las huertas, son cuarenta las existentes, distribuidas de forma agregada, en tres grandes grupos:

1. Las situadas en la zona noroeste del Parque, junto al cordón de poblaciones del límite por el oeste del Parque Natural, entre Valencia y Silla, distribuidas de norte a sur.
2. Las situadas al Norte de Sollana, distribuidas de oeste a este.
3. Las situadas entre Sollana y Sueca, distribuidas también de oeste a este.

2. MORFOLOGIA

Se distinguen las siguientes formas:

-**Ullal estándar**, denominado así a un área de extensión amplia, formada por superficie libre de agua en la zona central sin forma definida, con entrantes y salientes, y cordón de vegetación palustre a su alrededor. El drenaje se realiza por medio de un canal o conducción hasta otra acequia principal.

-**Ullal circular**, cuya banda de vegetación palustre ha sido bastante reducida o eliminada y sustituida por un muro de hormigón, mampostería o talud vertical donde apenas puede enraizar la vegetación palustre. Sus aguas drenan por un canal hasta una acequia.

-**Ullal alargado**, reducido a un punto de surgencia, o banda de surgencia, y el canal de drenaje de las aguas. Las orillas de este canal pueden tener más o menos vegetación, dependiendo de las características de sus paredes, ya sean en talud, de mampostería, etc.

-**Fuente**, reducción máxima de la surgencia, a un sólo punto de salida de las aguas, sobre una acequia. Carece por completo de vegetación, por integrarse con la de la acequia.

-**Drenaje**, reducción completa de la surgencia a un entubamiento de la antigua área de surgencia y conducción de las aguas hasta una acequia próxima. Se le denomina corrientemente entre los agricultores de la marjal "cadufo", "caduf" o "catúfol" (G.E.C., 1987). Supone que el antiguo "ullal" ha sido completamente tapado, y sus aguas son conducidas hacia la acequia, cultivándose la parcela. Otros poseen una motobomba que extrae las aguas de las conducciones hasta la acequia, que se encuentra a una cota superior.

3. LIMNOLOGIA

El estudio de los parámetros considerados nos proporciona los valores que, resumidos, podemos observar en la Tabla I. En general, podemos clasificar (siguiendo a Schöeller, 1962) el conjunto de las surgencias según su génesis como manantiales que surgen porque se alcanza en la superficie el nivel piezométrico. La descarga se presenta en agregados, siguiendo líneas de surgencias. Por su periodicidad son manantiales perennes, que mantienen un flujo continuo todo el año, de caudal elevado (mayor de 10 l/min).

Por la composición química de sus aguas, según la clasificación propuesta por Noisette (Catalán, 1969), basada en la conductividad de las aguas expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$, se agrupan en:

Aguas duras y mineralización notable	501 - 2000
Aguas muy duras y francamente mineralizadas	>2000

Todas las aguas estudiadas presentan unos valores medios que las sitúan entre aguas duras y muy duras, destacando especialmente las de la zona Norte y el *ullal Gran*.

El **caudal** presenta una distribución variable, con un valor medio cercano a 30 l/s. Es un valor que pensamos que es bajo, especialmente porque muchas de las surgencias se encuentran bastante aterradas. Los valores mayores los presentan justamente aquellas que tienen mayor superficie libre de agua, que se supone que pueden captar mucho más caudal. O quizás sea al revés: porque captan más caudal, son las de mayor superficie libre. No se sabe con seguridad.

La **temperatura** presenta valores muy constantes, por tratarse de surgencias de aguas subterráneas. Su valor medio está en 19.5 °C, presentando tan sólo dos valores extremos, uno por bajo y otro por arriba, siendo la mayoría muy próximos a la media.

El **oxígeno disuelto** se sitúa en los valores típicos para las aguas subterráneas, alrededor de 6 mg/l. Algunos presentan valores más bajos, pero no podemos dar una

explicación razonable. Los valores más altos se encuentran en ullals que presentaban abundante vegetación en el momento del muestreo, como en Senillera B y Brazal de Menescal.

La **conductividad** presenta valores variables, que podemos observar tienen una distribución al menos curiosa. Los valores más altos se presenta, en general, en los *ullals* de la zona Norte del Parque, mientras los valores próximos a la media e inferiores se presentan en la zona Oeste y Sur.

El **cloruro** presenta valores cuya distribución es bastante similar a la de la conductividad. Indudablemente, en el caso del *Ullal Gran*, la conductividad elevada es debida a cloruros, mientras que en los situados en la zona Norte del *Parque* más bien será debida a sulfatos, como sucede también en el *Sequiol de Verate*, que se encontraba en esos momentos con muy poco flujo de salida, y convertido en una charca.

La **alcalinidad** presenta valores próximos a la saturación de bicarbonatos. Este valor es el de 225 mg/l de CaCO₃, y prácticamente la mayoría de las muestras se sitúan en ese rango. Destacan algunas más elevadas, pero no en exceso. Algunas presentan valores más bajos, debido a estar en un estado más eutrófico, o tener menos corriente.

El contenido en nutrientes es muy bajo en las aguas de los *ullals*. La concentración de **fosfato** soluble presenta valores variables, pero destacan sobre todo por ser bajos, típicos de sistemas mesotróficos (Margalef, 1982). Los valores más altos se presentan en aquellos que tienen problemas de vertidos de algún tipo, especialmente en la zona Norte.

Tabla I. Valores medios, desviación estándar, mínimo, máximo y rango de las variables estudiadas en los *ullals* del *Parque Natural de la Albufera* de Valencia.

<u>Variable</u>	<u>Media</u>	<u>Desviación Estándar</u>	<u>Valor Mínimo</u>	<u>Valor Máximo</u>
Caudal l/s	29.12	48.26	0.00	225.00
Temperatura °C	19.49	1.17	15.80	22.90
Conduct. µS/cm	1795.17	597.69	1230.00	3400.00
Oxígeno mg/l	6.50	2.42	1.10	12.10
pH	7.52	0.38	7.10	9.10
Eh mV	280.17	63.19	36.00	400.00
Fosfato mg/l	0.01	0.01	0.00	0.05
Nitrito mg/l	0.30	0.74	0.00	4.00
Amonio mg/l	0.42	1.66	0.00	9.00
Nitrato mg/l	116.90	53.79	15.00	240.00
Cloruro mg/l	163.21	103.27	106.38	664.88
Alcalinidad mg/l	224.65	55.91	100.20	342.35

El contenido en nitrógeno, por el contrario, es muy alto. Los valores de **nitrito** y de **amonio** son bajos excepto en la *Font del Gori*. El **nitrato** presenta los valores más altos, propios de aguas subterráneas freáticas subsuperficiales, que recogen el lavado de todos los abonados de las huertas. Estos valores no presentan ningún patrón en cuanto a su distribución, alternándose altos y bajos por igual. Es un problema que afecta también al hombre, por cuanto algunas de estas fuentes son empleadas como fuente de agua para beber, y realmente el contenido en nitratos puede llegar a ser peligroso en algunas de ellas. Para los seres vivos del medio acuático es más preocupante la presencia de amonio, que puede resultar tóxico para los peces y otros seres, especialmente si se alcanzan valores de pH altos. Sin embargo, los valores de amonio, excepto en un caso, son bajos. Más problemático resulta si se producen procesos de reducción del nitrato a nitrito y amonio por aportes de materia orgánica, que pueden consumir el oxígeno y reducir el nitrato, con lo cual la muerte en el sistema se produce tanto por la desaparición del oxígeno, como por la formación de amonio.

El **pH** presenta valores muy cercanos a la neutralidad, con una media muy cercana a 7.5, relacionado con el estado de tamponamiento que tienen estos sistemas por la gran cantidad de carbonatos disueltos. Sólo presentan valores más elevados aquellas muestras

de lugares más eutróficos y más contaminados, que han perdido su reserva alcalina y por ello, su capacidad de tamponamiento.

El **potencial redox** también presenta valores homogéneos como corresponde a aguas oxigenadas. Uno de los valores queda muy bajo, pero es debido a la presencia posiblemente de metales contaminantes que tengan poder reductor, y son detectados por el medidor.

Estudio multivariante

Los resultados obtenidos de las variables consideradas en el estudio limnológico, se han procesado conjuntamente por medio de un análisis de componentes principales. Esto nos permite obtener al menos dos o más factores que nos expliquen la mayor parte de la varianza de los datos, y en nuestro caso, nos permitirá definir cuáles son las variables que condicionan principalmente la variabilidad de ese factor.

La varianza acumulada por cada uno de los tres primeros factores, y el porcentaje del total de la varianza acumulada se presentan en el cuadro siguiente.

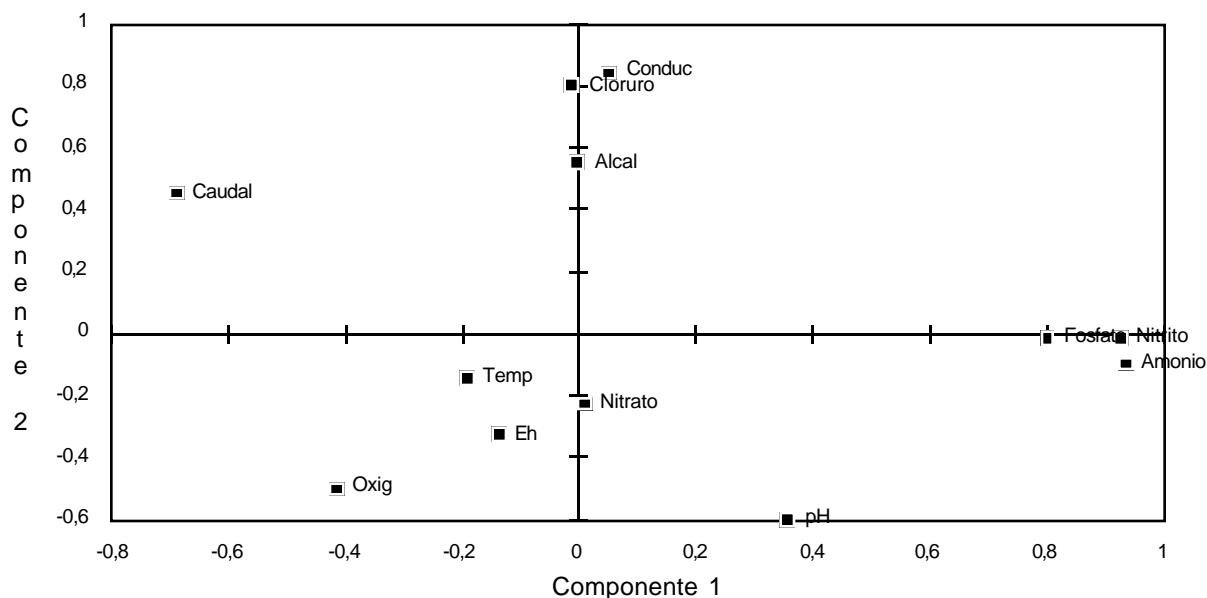
<u>FACTOR</u>	<u>VAR.AC.</u>	<u>% VARIANZA</u>
1	2.7520	0.2502
2	2.4377	0.4718
3	1.7575	0.6316

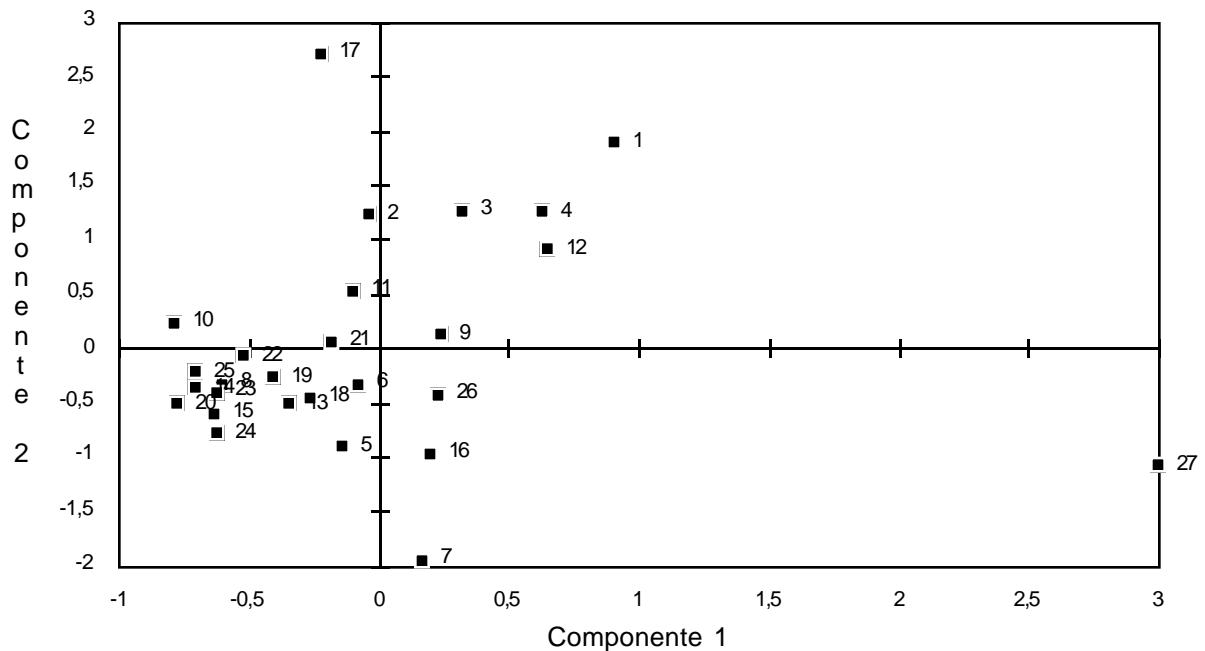
Con los datos de que disponemos, sólo podemos interpretar correctamente los dos primeros factores, que nos explican el 47 % de la varianza total.

El Factor 1 está presentando con más carga las variables presentes en los *ullals* contaminados, contraponiendo presencia de fosfato, amonio y nitrito, y pH alto, junto con caudales bajos y baja concentración de oxígeno.

El Factor 2 presenta con más carga los valores elevados de conductividad, cloruro, alcalinidad, caudales altos y concentraciones de nitratos algo más bajas que la media.

La representación en estos dos ejes principales de las variables tomadas en los *ullals* nos daría esquemáticamente la siguiente figura:





Clave de identificación: 1, Escorredor. 2, Murtera. 3, Trilladora dels Portets. 4, Castillo. 5, Molí. 6, Plater. 7, Bedrenyo. 8, Gat. 9, Robro. 10, Barret. 11, Borronar A1. 12, Borronar B. 13, Alteró de Sollana. 14, Forner. 15, Romaní. 16, Campana. 17, Gran. 18, Mallades. 19, Gobernador. 20, Barranc. 21, Braçal de Menescal. 22, Gros. 23, Mula. 24, Senillera B. 25, L'Alteró. 26, Senillera A. 27, Foia.

La representació gràfica de los valores para las muestras obtenidas, nos daría la figura anterior, donde se separan claramente las muestras de la 1 a la 4 y la 17, las más mineralizadas. Mientras las primeras pertenecen a la zona norte, la última es la surgencia de mayor caudal y la más próxima al mar, destacando por su elevada conductividad y alta concentración de cloruros.

La muestra 27 destaca como la más contaminada, posiblemente por algún tipo de vertido o quizá por el ganado. Un gran grupo se sitúa en la parte negativa de ambas componentes, caracterizado por caudales medios y concentración de nitratos elevada. Son las surgencias de aguas limpias, situadas al Oeste y Sur de la Albufera, con aguas más oxigenadas, y ricas en vegetación subacuática.

CONCLUSIONES

Las surgencias que quedan conservadas en el *Parque Natural de la Albufera* se presentan dispersas por toda su superficie, pero distribuidas en tres grupos geográficos. De morfología variable, sólo algunas de ellas presentan forma de lo que debía ser un *ullal*, estando la mayoría modificadas y reducidas a simples canales alargados.

Las características de sus aguas permiten agruparlos en primer lugar en dos clases:

1. Caudalosos y de aguas limpias.
2. Contaminados y de muy escaso caudal.

A su vez, en cada uno de ellos se pueden subclasificar según la mineralización de sus aguas (más o menos salobres) y según la concentración de nitratos que presentan.

Cada manantial se tiene que considerar aisladamente según sus peculiares características de tamaño, caudal, extensión del cauce no contaminado y las biocenosis presentes en estos momentos, pero la potencial regeneración de estos afloramientos, como reservorios genéticos de especies desaparecidas en otras áreas del Parque es muy importante, y debería determinarse además, por las características físico-químicas de sus

aguas así como por una actuación que tendiera a la recuperación de tierras para aumentar su tamaño, aumentando así la estabilidad propia como ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue financiado por el Servicio de Protección de Recursos Naturales de la Consellería de Agricultura de la Generalitat Valenciana, proyecto 410-88.

BIBLIOGRAFIA

- Catalán, J. 1969. **Química del agua**. Blume. Madrid. 356 págs.
- Colom, W., L. Ballesteros i J.M. Soria. 1988. Els ullals del Parc natural de L'Albufera de València com a indicadors del impacte antròpic en el seu entorn. **XIII Congrés de Metges i Biòlegs de Llengua Catalana**. Actes: 79-82.
- Escribá Bonafé, Domingo. 1988. **Hidráulica para ingenieros**. Librería Editorial Bellisco. Madrid.
- G.E.C. 1987, 1989. **Gran Enciclopèdia Catalana**. E.C.S.A. Barcelona. Vols 1 - 24.
- Golterman, H.L., R.S. Clymo y M. Ohnstad. 1978. **Methods for physical and chemical analysis of fresh waters**. IBP Handbook nº 8. 214 págs.
- Margalef, R., D. Planas, J. Armengol, A. Vidal, N. Prat, A. Guiset, J. Toja y M. Estrada. 1976. **Limnología de los embalses españoles**. Dir. Gral. Obr. Hidrául. MOPU. Madrid. 422 págs.
- Schöeller, H. 1962. **Les eaux Souterraines** Masson & Cie. Paris. 642 págs.
- Soria, J.M. 1987. **La eutrofización de la Albufera de Valencia: Mineralización, Nutrientes y biomasa**. Eds Pato Colorado. Valencia. 96 págs.
- Soria, J.M., L. Ballesteros y E. Vicente. 1987. Estudio de tres "Ullals" del Parque Natural de la Albufera de Valencia. I. Físico-química. **Simposio sobre Zonas Húmedas Costeras** (Sevilla). p. 13.