

EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS QUIMICOS AGRICOLAS SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS LIMNOLOGICAS DE LOS ARROZALES

Elisenda Forés; Francisco A. Comín

Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.
Diagonal 645, Barcelona 08028. España.

Palabras clave: Ricefields, Ebro Delta, agrochemical treatments, limnology.

ABSTRACT

EFFECTS OF THE AGROCHEMICAL TREATMENTS ON THE LIMNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RICEFIELDS

A ricefield exposed to usual fertilization and biocide treatments and a plot without these treatments used as reference were studied in the Ebro Delta from May to October 1984. Physical and chemical characteristics of the water and animal and plant populations are compared in this paper to elucidate the effects of the treatments.

Maximum differences in physical and chemical characteristics were observed at the beginning of the cultivation. Temperature, oxygen concentration, oxidized nitrogen forms and total reactive phosphorus were higher in the treated ricefield than in the referential plot. The differences disappear between reservoirs when the rice reaches its highest height.

Phytoplankton stocks did not show differences in the number of cells per ml (10.000-15.000 cells/ml) neither in the species composition until the end of May. The abundance was higher in the treated ricefield, until the end of the cultivation, but the species composition was the same in both reservoirs.

Cladocera populations were more abundant in the plot not treated. Ostracoda and Copepoda did not show significant differences, neither in abundance nor species composition. Rotifera populations only showed differences at the end of the cultivation.

INTRODUCCION

Los arrozales son medios acuáticos temporales, de poca profundidad y de zonas templadas (entre 48°8' lat N y 37°2' lat S), donde tiene lugar una importante actividad biológica incluyendo la acción humana. Se han realizado estudios limnológicos en los arrozales de varios países (Moroni, 1961; Berzik, 1973; Heckman, 1979; Pont, 1983). En el Delta del Ebro, desde el año 1983 se han realizado recolecciones periódicas de organismos y medidas de algunos de los principales parámetros físicos y químicos del agua de inundación (Fores *et al*, en prensa).

El uso de productos químicos (fertilizantes y biocidas) para favorecer la productividad del arroz y evitar la competencia y consumo de otras especies, es general. No obstante la información referente a los efectos de dichos productos sobre las poblaciones biológicas que habitan los arrozales es escasa o de difícil acceso

(Fernando, 1977; Lim *et al*, 1984). En este trabajo se ha estudiado el efecto de los tratamientos que habitualmente se realizan en los arrozales, sobre las comunidades animales y vegetales que lo habitan. Para ello se han comparado los cambios de dichas comunidades a lo largo del periodo de cultivo en un campo tratado normalmente y en una parcela de terreno no sometida a ninguno de los tratamientos habituales.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en un arrozal situado cerca de la laguna de l'Encanyissada (fig. 1), de donde se aisló una parcela de una extensión aproximada de 0.02 Ha en la que no se realizó ninguno de los tratamientos químicos habituales (tabla 1).

En 1984 se realizaron 13 campañas de recogida de muestras (de mayo a octubre). La frecuencia fue se-



Figura 1.—Situación de la zona de muestreo en el Delta del Ebro. La parte sombreada es la zona del Delta ocupada por arrozales.

Study area in the Ebro Delta. The shaded zone is the area where rice is cultivated.

manal durante mayo y quincenal el resto del cultivo hasta el 1 de octubre, fecha en que se recolectó el arroz. Tanto en el campo como en la parcela no sometida a tratamientos se efectuaron medidas «in situ» de temperatura, conductividad, concentración de oxígeno disuelto y pH. Se recogió agua y se fijó para realizar análisis químicos en el laboratorio de alcalinidad (Golterman *et al*, 1984) fósforo reactivo total (PRT) (Murphy & Riley, 1963) y nitrógeno inorgánico disuelto en forma de nitratos (Morris & Riley, 1963) y nitritos (Shinn, 1941). Todas las medidas se realizaron entre las 11 y las 14 horas.

Para la recolección de organismos se utilizó un cilindro de plástico de 20 cm de diámetro y 50 cm de altura, abierto por los dos extremos que se introducía verticalmente en el agua clavándolo en el sedimento. El volumen de agua así aislado en su interior, se recogía con un recipiente de plástico y se filtraba a través de una malla de 50 μm de poro. En todos los casos se recolectaron dos muestras con cilindros separados. Las muestras de agua para estudiar el fitoplancton se recolectaron directamente con una botella de vidrio. Las muestras de zooplancton se fijaron con formol al 4% y las de fitoplancton con lugol. Se identificaron y contaron mediante una lupa binocular y un microscopio invertido. Los montajes se realizaron de una alícuota de la muestra.

RESULTADOS

Características físicas y químicas del agua

Temperatura: La temperatura osciló entre 13.4° y

33.4°. Se observaron diferencias entre campo y parcela durante los meses de junio y julio, en que la temperatura fue más elevada en el campo (fig. 2).

Conductividad: La conductividad osciló entre 0.44 y 2.40 mS/cm. Los mínimos coincidieron con días de abundantes lluvias (51.5 mm). Las diferencias más notables de la parcela sobre el campo se observaron a mediados de junio hasta finales de julio, y a principios de octubre (fig. 2).

Nutrientes: La concentración de fósforo reactivo total osciló entre valores indetectables y 7.59 $\mu\text{g-at PRT/l}$. Tanto en el campo como en la parcela los mínimos se observaron a principios de junio, coincidiendo con un crecimiento vegetal importante (fig. 2). Hasta finales de junio los valores de PRT fueron más elevados en el campo. A partir de esta fecha lo fueron más en la parcela, observándose las máximas diferencias a mediados de agosto (7.59 $\mu\text{g-at PRT/l}$ en la parcela frente a 2 $\mu\text{g-at PRT/l}$ en el campo).

La concentración de nitratos, la forma de nitrógeno inorgánico disuelto más abundante en los arrozales (Fores & Comin, en prensa) osciló entre valores indetectables y 46 $\mu\text{g-at N-NO}_3^-/\text{l}$. Las diferencias más importantes se observaron al inicio del cultivo: 46 $\mu\text{g-at N-NO}_3^-/\text{l}$ en el campo frente a cantidades indetectables en la parcela, y a principios de septiembre (fig. 2).

Oxígeno: Los valores de este parámetro oscilaron entre 0.5 y 15.9 ppm. Los más elevados se observaron en junio (7-15 ppm). De principios de julio hasta la recolección del arroz se observaron valores bajos (1.3-4.7 ppm). No se observaron diferencias significativas entre campo y parcela; sólo en mayo y junio el contenido de oxígeno fue mayor en el campo (fig. 2).

pH: Los valores de pH oscilaron entre 6 y 9.44. Al iniciarse el cultivo, el pH osciló entre 8-8.5. Con el paso del tiempo se incrementó hasta llegar al máximo indicado a finales de junio. Desde esta fecha hasta el fin del cultivo fue disminuyendo, hasta observarse los valores mínimos desde mediados de septiembre hasta la fecha de la recolección. La parcela presentó casi siempre valores más elevados que el campo (fig. 2).

Alcalinidad total: Los valores de alcalinidad oscilaron entre 0.79-9.15 meq/l. Al inicio del cultivo se observaron valores de 1.73 a 3 meq/l. Se observó una disminución de mediados de mayo (1.7 meq/l) a finales de junio (0.6 meq/l). A partir de esta fecha se produjo un incremento progresivo (mayor en la parcela) hasta llegar a los valores máximos al finalizar el cultivo.

Fitoplancton

El fitoplancton de los arrozales muestra una disminución en la abundancia correlativa al cultivo del

PRODUCTO	TIEMPO DE APLICACION	UTILIZACION CONTRA	CANTIDAD POR JORNAL (2.190 m. ²)
Abono ERT	abril	-	100 Kg
Malation + Lindano	11 mayo	Pequeños crustáceos	250 ml
Ordram 5-G	17 mayo	<i>Echinochloa</i> sp. pl.	12 Kg
Urea-46	15 junio		5 Kg
Sulfato de Cobre	23 junio	Algas filamentosas	Indeter.
Cardona	28 junio	<i>Chilo supresalis</i>	Lndeterm.
Basfapon-N + Hergaroz	10 julio	Vegetación orillas	Indeter.
Basagran-M	15 julio	<i>Scirpus</i> sp. pl	1 l.

Tabla 1.- Información sobre los tratamientos químicos que se realizaron en el arrozal estudiado.
Scheme showing the chemical treatments made in the studied ricefield.

GRUPOS	INTERACCIONES					
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₁ F ₂	F ₁ F ₃	F ₂ F ₃
Copépodos	0.77	0.04 ⁺⁺	0.45	0.94	0.23	0.78
Copepoditos	0.46	0.00 ⁺⁺	0.24	0.18	0.92	0.60
Nauplius	0.29	0.00 ⁺⁺	0.59	0.23	0.24	0.91
Cladóceros	0.23	0.00 ⁺⁺	0.02 ⁺⁺	0.00 ⁺⁺	0.83	0.08 ⁺⁺
Ostracoditos	0.41	0.00 ⁺⁺	0.85	0.87	0.37	0.91
Ostrácodos	0.05'	0.00 ⁺⁺	0.82	0.02	0.07 ⁺	0.50
Rotíferos	0.00 ⁺⁺	0.00 ⁺⁺	0.41	0.00 ⁺⁺	0.32	0.47

Tabla 2.- Grado de significación obtenido del análisis de la varianza para crustáceos y rotíferos teniendo en cuenta área tratada-área no tratada (F₁), fecha de muestreo (F₂) y réplicas (F₃). La significación se expresa con ++ si p0.05 y con + si p0.1.
Significance level of the variance analysis for Crustacea and Rotifera, comparing ricefield plot without treatments (F₁), different sampling times (F₂), and replicates (F₃). A significant result is marked as ++ if p0.05 and + if p0.1.

arroz. Los cambios cualitativos en la composición de especies son similares en campo y parcela no tratada. A principios de mayo no hay diferencias ni en el número ni en la composición de especies. Se observaron abundancias del orden de 10.000 a 15.000 células/ml (fig. 3). Predominaron las Clorofíceas (Volvocales y Clorococales) y las diatomeas. De estas últimas la mayoría eran bentónicas. De las de vida libre sólo *Cyclotella* sp se observó en número considerable

(1.000-2.000 células/ml). A partir de la tercera semana de mayo las diferencias de abundancia entre ambos reservorios se hicieron notables: 10.000 células/ml en el campo y 5.000 células/ml en la parcela no sometida a tratamientos. La composición de especies fue, no obstante, la misma: de mayo a julio fueron abundantes especies de los géneros *Chlamydomonas*, *Carteria*, *Chlorogonium*, *Gonium* y *Eudorina*. Entre finales de mayo y durante el mes de junio se

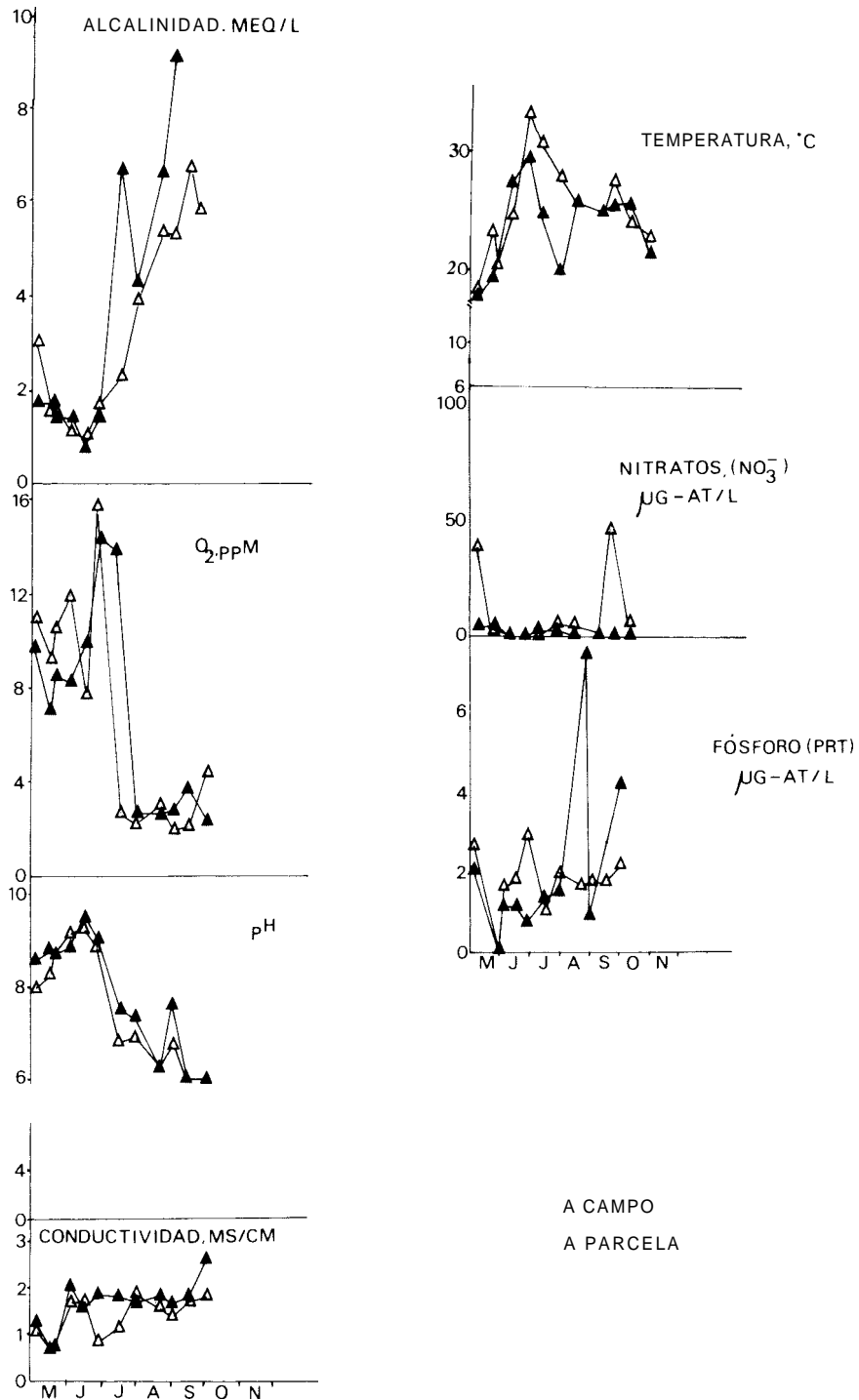


Figura 2.- Variación de la alcalinidad total, concentración de oxígeno disuelto, pH, Conductividad, Temperatura, concentración de nitrógeno inorgánico combinado en forma de nitratos y concentración de fósforo reactivo total en el agua del campo tratado (A) y de la parcela no sometida a tratamientos (A).

Variation of total alkalinity, dissolved oxygen concentration, pH, conductivity, temperature, nitrate dissolved and reactive total phosphorus in the water of the ricefield with reference to the plot where no treatments were used.

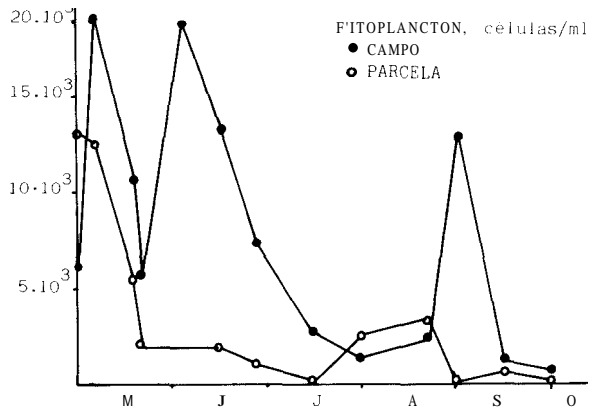


Figura 3.- Variación del número de células/ml de fitoplancton en el área tratada y en el área no tratada.

Standing stock (cells/ml) of phytoplankton in the ricefield and in the plot used as reference.

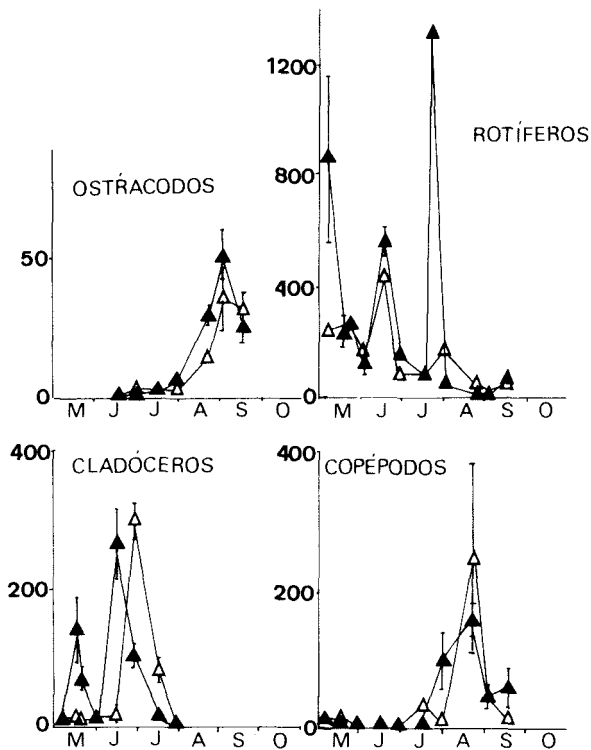


Figura 4.- Variación en el número de individuos/l de copépodos, ostrácos, cladóceros y rotíferos en las áreas tratada y no tratada.

Standing stocks (individual/l) of Copepoda, Ostracoda, Cladocera and Rotifera in the ricefield and in the plot used as reference.

observo además la presencia de las cianofíceas *Merismopedia*, *Gomphosphaeria*, *Gloeocapsa*, *Phormidium*, *Oscillatoria* y *Anabaena* principalmente como grupo dominante. *Phormidium tenue* fue la especie más abundante. En agosto predominaron las Euglenofíceas, favorecidas por abundante materia orgánica. Como acompañantes Criptofíceas y Crisofíceas flageladas están presentes durante el mes de mayo y a principios de septiembre. A medida que se fue acercando el fin del cultivo, el número de individuos fue disminuyendo hasta llegar a cantidades difícilmente cuantificables. Fueron más abundantes las clorococales, en comparación con las especies que gozan de movimiento propio. Se observó la presencia de *Ankistrodesmus*, *Coelastrum*, *Pediastrum* y *Scenedesmus*, tanto en el campo como en la parcela no tratada.

Crustáceos y Rotíferos

En la figura 4 puede verse la variación del número de individuos/l a lo largo del período de estudio en el campo y la parcela no sometida a tratamientos. Hasta finales del mes de junio, el número total de individuos fue mayor en el área no tratada. Durante el resto del período de estudio se observaron abundancias mayores en el campo tratado con normalidad, a excepción de finales de julio, con 189 y 1.434 individuos/l en las áreas tratada y no tratada respectivamente, y a principios de septiembre, con abundancias semejantes (100 individuos/l).

Se realizó un análisis de la varianza para conocer el grado de significación de los siguientes factores: área tratada-área no tratada, fecha de muestreo y réplicas, así como sus interacciones (tabla 2). Hay una variación significativa con el paso del tiempo en todos los grupos considerados (crustáceos y rotíferos, $p < 0.05$). El efecto área tratada-área no tratada, no fue significativo para crustáceos, pero sí para rotíferos ($p < 0.05$) y a una $p < 0.1$ fue significativo también para ostrácos.

Las abundancias de copépodos y ostráceos fueron semejantes en ambos reservorios, con densidades mayores durante el período comprendido entre agosto y octubre. También fue semejante la composición de especies. Algunas especies esporádicas (*Ilyocypris biplicata*, *Cypris subglobosa*, *Cypridopsis newtoni* o *Cyprina seurati* de ostrácos o *Calanipeda aquaedulcis* de copépodos) se encontraron únicamente en el campo sometido a los tratamientos habituales.

Los cladóceros fueron más abundantes en la parcela no sometida a tratamientos hasta finales de junio, fecha en que éstos finalizaron en el campo. A finales de julio desaparecieron de ambos reservorios.

Las máximas diferencias de abundancia de rotíferos

se observaron al inundarse los campos, con abundancias de 865 individuos/l en el área no tratada y 237 individuos/l en el campo. También se observaron diferencias a finales de julio (1.325 y 179 individuos/l en las áreas no tratada y tratada respectivamente). Las especies dominantes fueron las mismas: al inicio del cultivo se observó un claro predominio de las especies del género *Brachionus*, posteriormente sustituidas por especies del género *Lecane*. En fechas cercanas al fin del cultivo, se observó en el campo la presencia de *Brachionus patulus* (151 individuos/l), especie que no se observó en la parcela no tratada.

DISCUSION

La comparación de las características físicas y químicas y del poblamiento biológico de dos reservorios dedicados al cultivo del arroz, uno sometido a los tratamientos agrícolas habituales y otro no, permite señalar diferencias importantes entre ambos, que ponen de manifiesto la efectividad de los productos empleados.

Al finalizar el cultivo, en octubre, la parcela no tratada estaba ocupada por *Echinochloa sp pl* (más del 75% de recubrimiento), especies colonizadoras de crecimiento más rápido que el arroz (*Oryza sativa*), que ocupaba una superficie insignificante. También se desarrolló una mayor biomasa de vegetación sumergida (*Chara vulgaris*, principalmente), debido a la falta de tratamiento con sulfato de cobre en este reservorio. Como consecuencia, el volumen de agua libre susceptible de ser colonizado por el fitoplancton fue menor, explicándose así la mayor abundancia de algas planctónicas en el campo tratado.

Al principio del cultivo los rotíferos son el grupo dominante (fig. 4). Cuando disminuyen en abundancia estos filtradores son sustituidos por cladóceros, sobre todo en la parcela no tratada. Hasta finales de julio, época en que los tratamientos fueron más intensos se observaron diferencias de abundancia para cladóceros: fueron más abundantes en el área no tratada (fig. 4). Estos resultados están de acuerdo con la opinión de otros autores (Fernando, 1977; Lim *et al*, 1984) sobre una menor resistencia a los pesticidas de este grupo de crustáceos. Durante los meses de agosto a octubre, los cladóceros son sustituidos por copépodos y ostrácodos, grupos de los cuales no se observaron diferencias en número presiblemente porque desaparece la presión externa por parte del agricultor en forma de pesticidas. Sólo se observaron diferencias de abundancia de ostrácodos en agosto, fecha a partir de la cual se convierten en grupo dominante en el campo y la parcela. En ambos reservorios se observaron las mismas especies de todos los grupos vegetales y animales, salvo las esporádicas.

Se observaron diferencias de nutrientes al inicio del cultivo, que ponen de manifiesto la importancia de la fertilización inicial del campo frente a la parcela (fig. 2). La parcela no tratada presentó un déficit más importante de nitrógeno inorgánico disuelto que el campo, explicable en principio por una mayor captación por parte de la más abundante vegetación. Este déficit viene corroborado por la presencia de *Utricularia vulgaris*, fanerógama acuática sumergida, que obtiene un suplemento de nitrógeno digiriendo pequeños animales.

Las variaciones de pH, concentración de oxígeno disuelto y alcalinidad a lo largo del cultivo siguieron la misma secuencia de variación en ambos reservorios a medida que avanzaba el cultivo. En la parcela no tratada *Echinochloa sp pl*, alcanza su máxima altura mucho antes que el arroz en el campo tratado normalmente, dificultando el paso de radiación solar a la superficie del agua y los intercambios gaseosos con la atmósfera. Ello podría explicar gran parte de las diferencias observadas entre ambos reservorios de temperatura, conductividad, pH, concentración de oxígeno disuelto y alcalinidad hasta mediados de julio. A partir de esta fecha y hasta el fin del cultivo las diferencias entre estos parámetros quedan minimizadas debido a que el arroz, ya con su máxima altura, ejerce el mismo efecto en el campo.

BIBLIOGRAFIA

- Berzik, A. 1973.** Periodische Aspektenveranderingen der zoozonosen aus resifeldem in Ungarn. *Verh. Int. ver. Limnol* 18: 1.742-1.750.
- Fernando, C.H. 1977.** Investitacion on the aquatic fauna of tropical ricefield with special reference to South East Asia. *Ceo-Eco-Trop* 3: 169-188.
- Fores, E.; F. A. Comin, M. Menéndez & J. L. Pretus (en prensa).** Contribución al conocimiento de crustáceos y rotíferos del Delta del Ebro. *Miscelánea Zoológica*.
- Fores, E. & F.A. Comín (en prensa).** Características limnológicas de los arrozales del Delta del Ebro (N. E. España). *Oecologia aquatica*.
- Golterman, H.L., Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. 1978.** *Methods for physical and chemical analysis of fresh water* IBP handbook 8. Blackwell 2.º Ed. 214 pp.
- Heckman, C.H.W. 1979.** *Ricefields Ecology in northeastern Thailand*. Monographiae biologicae. Dr. W. Junk by Publishers. The Hague-Boston-London. 228 pp.
- Lim, R.P.; Abdullah, M.F. & Fernando, C.H. 1984.** Ecological studies of cladocera in the ricefields of Tanjung Karang, Malaysia subjected to pesticide treatment. *Hydrobiologia* 113: 99-103.
- Moroni, A. 1961.** L'ecosistema di risaia. *Ann. Fac. Agraria dell'U.C.S.C.* 3: 489-625.

Morris, A.W. & Riley, J.P. 1963. The determination of nitrate in sea water. *Anal. Chemical Acta* 29: 272-279.

Murphy, J. & Riley, J.P. 1963. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural water. *Anal. Chemical Acta* 27: 31-36.

Pont, D. 1983. Recherches quantitatives sur l'héleoplancton des rizières de Camargue. These Doct. Sci. Nat. Univ. Provence (Marseille). 300 pp.

Shinn, M.B. 1941. *Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.)* 13-33 (En Strickland & Parsons 1965).