

LOS RÍOS DE LAS CUENCAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS: UNA PERSPECTIVA ECOLÓGICA COMPARATIVA Y DE SÍNTESIS

M.R. Vidal-Abarca

Departamento de Biología Animal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.
Campus de Espinardo. 30100 Murcia.

RESUM

Es presenta una revisió sobre les conques fluvials àrides i semiàrides sota una perspectiva ecològica comparativa i de síntesi.

ABSTRACT

In this paper a review on the arid and semi-arid river basins is presented under a comparative and synthetic ecological point of view.

INTRODUCCIÓN

Existe una tendencia generalizada a identificar los sistemas fluviales de las cuencas áridas y semiáridas con los ríos mediterráneos (McElravy et al., 1989), fundamentalmente porque las alteraciones anuales del flujo de agua, en ocasiones bruscas, de sequías y riadas son pautas hidrológicas generales que definen ambos sistemas. Pero mientras que, en el caso de los ríos mediterráneos, la temporalidad del flujo de agua depende del modelo de distribución anual de las precipitaciones, en los ríos de las zonas áridas y semiáridas la permanencia anual e interanual del agua en los cauces depende, en mayor medida, del balance precipitación/evaporación o del nivel de la capa freática (Suárez, 1986) que del clima.

Existen muy pocos estudios que traten de forma integrada estos sistemas fluviales. Las investigaciones que existen casi siempre ponen el acento en el análisis de las posibilidades de supervivencia o en las estrategias que siguen las especies vegetales o animales durante los períodos de máximo estrés hídrico (sequías o avenidas) (Légier, 1979, Williams, 1987, Fisher & Gray, 1983 etc.).

En esta comunicación se pretende realizar una revisión no exhaustiva del tema, basada fundamentalmente en los resultados obtenidos por el equipo de investigación de ecología de aguas continentales de la Universidad de Murcia, en la

cuenca del río Segura, así como mostrar la importancia ecológica de los ríos de las zonas áridas y semiáridas dentro del marco de las teorías integradoras sobre ecología fluvial.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE GEOMORFOLOGÍA E HIDROLOGÍA DE LOS RÍOS DE LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

El primer problema que se plantea a la hora de estudiar los ríos de zonas áridas y semiáridas es la profusión de términos que se utilizan en la bibliografía de distintas áreas geográficas con estas características ambientales. En la Tabla 1, se presenta una revisión de algunos de los términos usualmente empleados, así como su definición. Como puede observarse, en todos los casos se hace referencia al tiempo de permanencia del agua en los cauces, como el elemento más importante para su diferenciación, aunque ello no significa que morfoestructuralmente se trate de sistemas hidrológicos similares. Sin embargo, en la regiones áridas y semiáridas es posible encontrar, además de cauces temporales, cauces con un flujo de agua permanente, al menos en algunos tramos de los mismos.

Entre los geomorfólogos e hidrogeólogos tampoco existe unanimidad en la terminología, ni en los elementos hidrogeomorfológicos a considerar. Así Morisawa (1968) define tres tipos de cauces en relación con la capa freática: cursos efímeros, cursos intermitentes y cursos permanentes. Guidicelli et al. (1985) añaden a esta tipología los cursos semipermanentes que mantienen en verano un cierto grado de humedad en el fondo de la cubeta. Czaya (1983) se basa en el régimen de precipitaciones para distinguir ríos perennes, periódicos y episódicos y Paskoff (1973) distingue en las regiones áridas diferentes tipos geomorfológicos de cursos fluviales, en función de los efectos de la torrencialidad del flujo de agua en épocas de riada, sobre la morfología de los cauces.

Ante esta perspectiva, es muy difícil sintetizar los elementos morfoestructurales que definen las características geomorfológicas básicas de los cauces de las zonas áridas o semiáridas, posiblemente porque son mucho más diversos de lo que a primera vista aparentan. Así, y frente a la teoría del «río como un continuo» (Vannote et al., 1980), basada en la ordenación jerárquica de los cauces y en el desarrollo que ha experimentado la geomorfología fluvial, la elaboración de modelos funcionales para ríos de zonas áridas y semiáridas necesita una revisión profunda de los procesos morfológicos, geomorfológicos e hidrológicos relacionados con la dinámica fluvial de estos ríos.

UNA PROPUESTA PARA TIPIFICAR LOS RÍOS DE LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

De todas las características ambientales que definen las zonas áridas o semiáridas de la Biosfera, posiblemente el clima sea una de las más importantes (Heathcote,

1983). Sin embargo, no todos los parámetros termopluviométricos tienen igual importancia cuando se trata de establecer gradientes dentro de un mismo tipo de clima (Vidal-Abarca et al., 1987). En el caso de las regiones áridas y semiáridas, posiblemente el régimen de precipitaciones anuales (modelo anual de repartición de las lluvias, su intensidad, su irregularidad anual e interanual, etc.) sea el elemento que ayude a explicar una cierta continuidad espacial y temporal en el flujo de agua que circula por los cauces y, en definitiva, la hidrología de estos ríos.

En la Península Ibérica y dentro de la franja de clima mediterráneo, los ríos catalanes o los de la cuenca del Júcar presentan un funcionamiento hidrológico

Tabla 1. Revisión bibliográfica de algunos de los términos más usuales empleados en la literatura para definir cauces en zonas de características áridas o semiáridas, y definición de los mismos.

Término	Localización	Descripción	Referencia bibliográfica
Marigot	Oeste de África	Arroyo que durante la estación seca se estructura en charcas de escasa profundidad	Tricart, 1972
Balki	Estepas de Rusia	Valles estrechos con cauces secos durante muchos años. Pueden sufrir una crecida por las lluvias de primavera	Tricart, 1953
Creek	Región semiárida de Australia	Curso de agua que con frecuencia permanece seco	Heathcote, 1965
Wadi o Oweds	Norte de África	Curso que sólo transporta agua pocas horas después de una lluvia	Le Houerou, 1979
Rambla	SE de España	Colector principal de un aparato torrencial constituido por cauces erosivos: cárcavas, ramblizos, etc.	López-Bermúdez, 1973
Cárcava	España	Conductos de erosión activa, muy prolíferos en tierras de bad-lands	Arenillas & Sáenz, 1987
Riera	Países Catalanes (España)	Cauce seco de funcionamiento esporádico	Arenillas & Sáenz, 1987
Torrente o Torrentera	España	Cauces estrechos de poco caudal, intermitentes o continuos. Típicos de montañas	Arenillas & Sáenz, 1987
Barranco	España	Curso de fuerte pendiente, con poco caudal o intermitente	Suárez, 1986

que los diferencia, en gran medida, de los típicos de zonas áridas y semiáridas (como algunos alicantinos, almerienses y gran parte de la red de drenaje de la cuenca del río Segura), fundamentalmente, porque el flujo de agua manifiesta una variación estacional anual directamente relacionada con el régimen de precipitaciones. En realidad, puede hablarse de un gradiente climático desde el norte del área mediterránea de la Península Ibérica hasta el sur, marcado sobre todo por la predecibilidad de las lluvias, bastante más alta en el norte, donde pueden establecerse períodos de superávit hídrico en invierno y de déficit en verano, con una periodicidad anual. Conforme nos acercamos al sur aumenta la incertidumbre de que se produzcan lluvias repetitivamente en la misma época del año, por lo que las variaciones del flujo de caudal hay que estudiarlas a una escala interanual (Vidal-Abarca, 1985). Esta situación es la que determina, en un momento dado, la relativa independencia entre el flujo de agua de los ríos de cuencas áridas y semiáridas y el régimen de precipitaciones de la zona. Así pues, la predecibilidad de las precipitaciones puede ser uno de los factores ambientales que permita establecer los diferentes modelos hidrológicos de estos ríos.

Sin embargo, el grado de incertidumbre de que llueva en una determinada época del año no puede explicar por qué determinados cauces o tramos de cauces de ríos de estas zonas mantienen un flujo de agua constante a lo largo de ciclos hidrológicos anuales. Distintos estudios, llevados a cabo en ríos de zonas áridas o semiáridas en la cuenca del río Segura (Suárez, 1986, Ortega, 1988, Ortega et al., 1988) parecen apuntar la importancia de las aguas subterráneas para el manteni-

Tabla 2. Una propuesta de tipificación de los ríos de zonas áridas y semiáridas, dependiendo del tiempo de permanencia del agua en los cauces.

Grado de predictibilidad del régimen de precipitaciones	Nivel freático de las aguas subterráneas	
	Alto	Bajo
Alto	Cauces permanentes durante ciclos hidrológicos interanuales	Cauces permanentes con oscilaciones estacionales del flujo de caudal
Medio	Cauces con flujo de caudal intermitente a escala temporal, con flujo de agua asegurado durante el estiaje en los tramos sustentados por el acuífero	Cauces con flujo de caudal intermitente a escala temporal y completamente secos durante el estiaje
Bajo	Ramblas o cauces que mantienen agua en pequeños tramos sustentados por el acuífero y sujetos, a escala temporal, a importantes fluctuaciones de nivel	Ramblas o cauces de agua esporádicos

miento de un caudal de base, al menos en determinados sectores de los cauces y en determinados períodos de tiempo. Verdaderamente existe un total desconocimiento del papel que juegan las aguas subterráneas en este sentido y, más aún como elemento indispensable para explicar e interpretar fenómenos limnológicos (González Bernáldez, 1987). No obstante, se propone la altura del nivel freático de los acuíferos como el otro elemento a considerar para establecer una aproximación tipológica de los ríos de las zonas áridas y semiáridas. En la Tabla 2, se presenta una tipología de estos sistemas fluviales, según el tiempo de permanencia del agua en el cauce, atendiendo a la predecibilidad del régimen de precipitaciones y a la altura del acuífero.

Es posible complicar aún más esta tipología porque en los ríos de zonas áridas y semiáridas, y debido a distintos procesos naturales y derivados de la acción humana (Vidal-Abarca, 1985), la salinidad y sobre todo la proporción relativa de distintas sales en el agua (carbonatos, sulfatos, cloruros, etc.) resulta ser un elemento enormemente diversificador. En la Figura 1, que representa en un diagrama

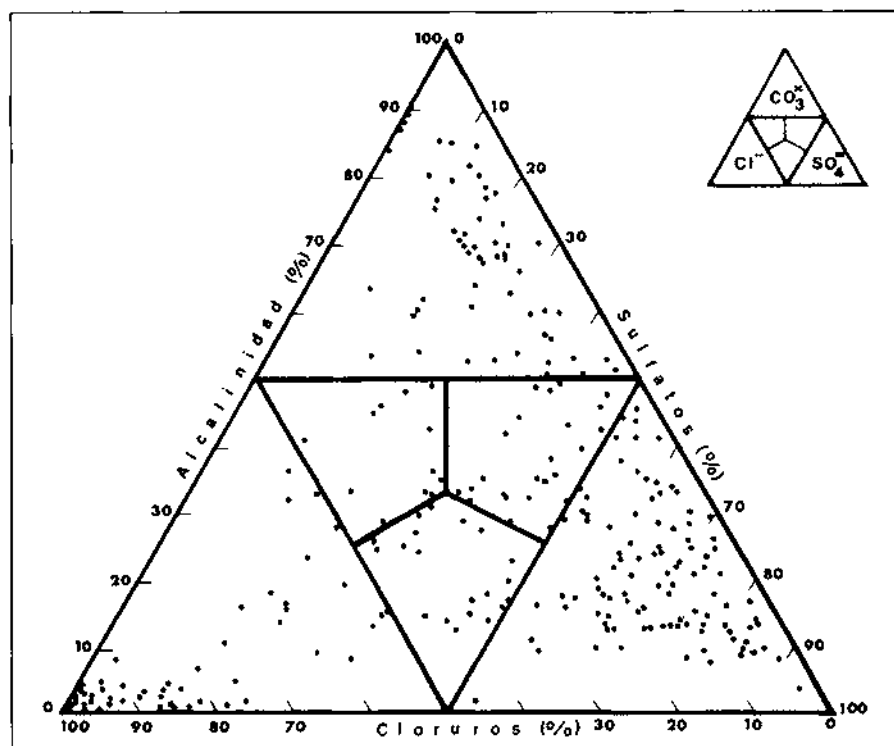


Figura 1. Diagrama triangular con la proporción relativa de sales (Carbonatos, Cloruros y Sulfatos) de las aguas superficiales de la cuenca del Río Segura, medidas en 345 estaciones de muestreo.

triangular la proporción relativa de sales (carbonatos, sulfatos y cloruros) en las aguas de la cuenca del río Segura, se observa como las muestras ocupan la totalidad del espacio, debido, entre otras razones y con las salvedades de su comprobación experimental, a que la discontinuidad hídrica espacial en los tramos de los ríos de la cuenca impide el efecto de estabilización química aguas abajo (Margalef, 1983).

APUNTES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS RÍOS DE LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

Como ya se indicó en la introducción, existen muy pocas referencias bibliográficas que ayuden a comprender el funcionamiento ecológico de los ríos de las zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, algunos datos parecen indicar la extraordinaria complejidad estructural y funcional de estos sistemas.

De un estudio intensivo sobre el funcionamiento físico-químico de las aguas superficiales de uno de los ríos de características semiáridas de la cuenca del río Segura, del río Mula (Suárez, 1986), se extrajeron, entre otras, las siguientes conclusiones: a nivel espacial, el cuadro físico-químico de las aguas superficiales mostraba una gran homogeneidad, en relación con dos componentes: la mineralización del agua y los procesos de contaminación orgánica, dependientes de la composición del material geológico de la cuenca, en el primer caso, y de los vertidos orgánicos de los pueblos ribereños, en el segundo. Esto no es especialmente llamativo, salvo porque estos procesos están interrumpidos espacialmente, debido a que el Río Mula sólo transporta agua en dos tramos. El primero desde la cabecera hasta una presa de derivación, donde la influencia humana es escasa, y el segundo, separado unos 12 Kms del anterior, que recibe importantes vertidos. A nivel temporal y después de estudiar dos ciclos hidrológicos anuales completos, resultaba casi imposible establecer pautas generales de variación de los parámetros físico-químicos analizados, dado que manifestaban un alto grado de irregularidad anual. En definitiva, parece ser que debido al flujo intermitente, en el espacio, que manifiestan muchos de estos ríos, la hidroquímica de superficie, salvo en caso de riadas, donde sí existe una continuidad espacial del flujo de agua, es más dependiente de las características ambientales externas (bien sean naturales o provocadas por la intervención humana) que en los sistemas fluviales de flujo continuo donde existen procesos de estabilización química río abajo. En segundo lugar, y a nivel temporal, es presumible que la composición físico-química del agua sufra variaciones interanuales complejas que deben estudiarse a una escala de tiempo mayor de lo que se está haciendo en la actualidad.

En relación con los componentes biocenóticos de los ríos de zonas áridas y semiáridas, únicamente se conocen las estrategias adaptativas de distintas especies animales y vegetales en situaciones extremas (por ejemplo, Williams, 1987). Pero quizás la primera pregunta que debería plantearse para empezar a interpretar la estructura y funcionamiento de las comunidades de organismos que habitan estos ríos sea: ¿a qué se asemejan más, a un río o a una laguna/charca? En la Tabla 3,

Tabla 3. Comparación de las comunidades de macroinvertebrados de tres ríos mediterráneos españoles con distintas características hidrológicas.

Características morfométricas		Río Foix (Girona) España	Rambla del Moro (Murcia) España	Río Guadalfeo (Granada) España
Superficie cuenca (Km ²)		311'98	386'50	—
Longitud eje principal (Km)		48'70	45'50	60'00
Pendiente (o/oo)		20'50	16'30	18'30
Grupos faunísticos	Clave	Número especies	Número especies	Número especies
Tricládidos	C	1	0	1
Oligoquetos	C	2	0	2
Hidrácaros	L	0	1	0
Anfípodos	LC	1	1	1
Efemerópteros	C	3	1	5
	L	1	4	2
Tricópteros	C	3	0	2
	LC	3	0	2
	L	0	0	1
Coleópteros	C	2	0	5
	L	4	19	4
Odonatos	C	0	2	2
	L	1	5	1
Dípteros	C	10	3	6
	LC	4	7	1
	L	2	13	4
Moluscos	C	2	0	4
	LC	1	1	1
	L	2	0	1
Total especies		42	57	45
Tipología		% Especies	% Especies	% Especies
C = Ambientes lóticos		54'76	10'50	60'00
LC = Indistintos		21'43	15'80	11'10
L = Ambientes leníticos		23'81	73'60	28'90

se intenta comparar la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de tres ríos mediterráneos españoles, pero con diferente funcionamiento hidrológico. El río Foix (Girona) típicamente mediterráneo, con un período de lluvias importantes en primavera y otoño y sometido a un fuerte estiaje en verano (Prat et al., 1985); el río Guadalfeo (Granada), también de clima mediterráneo y de régimen hidrológico torrencial, pero con fuerte influencia nival que suaviza el estiaje (Alba-Tercedor & Jiménez, 1987) y, por último, la Rambla del Moro (Murcia), uno de los afluentes del Segura, que sólo transporta agua en un tramo de cauce de unos 5 Kms de longitud y de características ambientales áridas (Ortega, 1988). En cuanto a las características morfométricas, los tres ríos son similares (ver Tabla 3). La comparación se ha establecido siguiendo los criterios de Hynes (1970) para distinguir especies típicamente reófilas de las leníticas y, aunque pueda existir una importante controversia en la utilidad de estos criterios, puede ser útil y significativo en este caso. Conviene señalar que la comparación se ha establecido entre grupos taxonómicos, a nivel de orden, dado que las especies no siempre estaban bien definidas (caso de los Dípteros) y para evitar las diferencias específicas típicamente regionales. Es fácil observar como en la Rambla del Moro, más del 70% de las especies de invertebrados acuáticos, que componen la comunidad pueden clasificarse como típicamente leníticas, y como determinados órdenes de insectos (Coleópteros, Dípteros y Odonatos), poco habituales en los ríos, contribuyen de una manera especial a la riqueza taxonómica de la comunidad (Ortega, 1988).

En definitiva, existen aún muchas lagunas para poder establecer modelos generales sobre la estructura y el funcionamiento de las comunidades de los ríos de las zonas áridas y semiáridas.

PERSPECTIVAS

Aunque en esta comunicación sólo se han esbozado algunos de los aspectos ambientales más característicos de los ríos de las zonas áridas y semiáridas, es suficiente para poner de manifiesto su importancia ecológica. Se trata de unos ríos sometidos espacial y temporalmente a perturbaciones ambientales naturales constantes, de manera que, como indica Margalef (1983), pueden ser interpretados como elementos dinámicos de la evolución. En ningún lugar como en las zonas áridas y semiáridas, los ríos presentan un mayor riesgo de desecación, pero ello permite la creación de espacios vacíos donde las especies ensayan modelos de colonización y de expansión (Suárez, 1986; Velasco, 1986) aún por conocer.

Fisher & Grimm (1988) y Resh et al. (1988) indican y analizan como la perturbación puede ser un factor ecológico de gran importancia para explicar la ecología de los ríos. En esta comunicación, se interpreta que en los ríos de zonas áridas y semiáridas, la perturbación (su intensidad y predecibilidad) debe ser el elemento «organizador», en sentido amplio, de las comunidades biológicas y el factor ambiental que debe explicar, probablemente, la estructura y funcionamiento de estos ríos singulares.

Agradecimientos

A M.L. Suárez, C. Montes y L. Ramírez-Díaz, por sus críticas e ideas.

Esta comunicación contiene resultados obtenidos en la investigación que financia el Proyecto PCT88/30 de la Comunidad Autónoma de Murcia.

Bibliografía

- ALBA-TERCEDOR, J. & JIMÉNEZ, F. (1987). Evaluación de las variaciones temporales de las calidades de las aguas del río Guadalfeo basada en el estudio de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y de los factores físico-químicos. In: Proyecto LUCDEME III. ICONA-Monografías 48: 5- 91 pp.
- ARENILLAS, M. & SÁENZ, C. (1987). Guía Física de España. 3.-Los ríos. Alianza Editorial. Madrid.
- CZAYA, E. (1983). Rivers of the world. *Cambridge University Press*. Cambridge.
- FISHER, S.G. & GRAY, L.J. (1983). Secondary production and organic matter processing by collector macroinvertebrates in a desert stream. *Ecology*, 64(5): 1217-1224.
- FISHER, S.G. & GRIMM, N.B. (1988). Disturbance as a determinant of structure in a Sonoran Desert stream ecosystem. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 23: 1183-1189
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1987). Las zonas encharcables españolas: El marco conceptual. In: Bases Científicas para la protección de los Humedales en España. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid. 9-30 pp.
- GUIDICELLI, J.; DAKKI, M. & DIA, A. (1985). Caracteristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes. *Verh. Internat. Verein Limnol.*, 22: 2094- 2101.
- HEATHCOTE, R.L. (1965). Back of Bourke. A study of land appraisals and settlement in semi-arid Australia. Melbourne University Press. Carlton.
- HEATHCOTE, R.L. (1983). The arid lands: Their use and abuse. Longman. London.
- HYNES, H.B.N. (1970). The ecology of running waters. *Liverpool University Press*. Liverpool.
- LEGIER, P. (1979). Recherches sur l'écologie des ruisseaux temporaires. *Thèse Sciences*. Marseille.
- LE HOUEROU, H.N. (1979). North Africa. In: GOODALL, D.W. & PERRY, R.A. (eds.). Arid-land ecosystems: Structure, functioning and management. *Cambridge University Press*. Cambridge.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1973). La vega alta del Segura. Clima, hidrología y geomorfología. Depto. Geografía. Univ. Murcia. Murcia.
- MARGALEF, R. (1983). *Limnología*. Omega. Barcelona.
- McELRAY, E.P.; LAMBERTI, G.A. & RESH, V.H. (1989). Year to year variation in the aquatic macroinvertebrate fauna of a northern California stream. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 8 (in press).
- MORISAWA, M. (1968). Streams: Their dynamics and morphology. Mc- Graw-Hill Book Company. New York.
- ORTEGA, M. (1988). La rambla del Moro (cuenca del Río Segura). Ambiente físico, biológico y alteraciones producidas por una riada. Tesis de Licenciatura. Univ. Murcia. 242 pp.
- ORTEGA, M.; VIDAL-ABARCA, M.R.; SUÁREZ, M.L.; GONZÁLEZ- BESERAN, J.L. & RAMÍREZ-DÍAZ, L. (1988). Características físico- químicas de las aguas superficiales de la Rambla del Moro después de una riada (cuenca del Río Segura, SE de España). *Limnética*, 4: 19-26.
- PASKOFF, R.P. (1973). Geomorphological process and characteristic landforms in the me-

- diterranean regions of the world. In: CASTRI, F. & MOONEY, H.A. (eds.). Mediterranean type ecosystems. 53-60 pp.
- PRAT, N.; GONZÁLEZ, G.; MILLET, X. & PUIG, M.A. (1985). El Foix entre l'eixutesa i la contaminació. Diputació de Barcelona. Barcelona.
- RESH, V.H.; BROWN, A.V.; COVICH, A.P.; GURTZ, M.E.; LI, H.W.; MINSHALL, G.W.; REICE, S.R.; SHELDON, A.L.; WALLACE, J.B. & WISSMAR, R.C. (1988). The role of disturbance in stream ecology. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 7(4): 433-455.
- SUÁREZ, M.L. (1986). Estructura y dinámica de la composición físico-química de las aguas superficiales de una cuenca de características semiáridas del sureste español (Río Mula: cuenca del Segura). Tesis Doctoral. Univ. Murcia. Murcia.
- TRICART, J. (1953). Geomorphologie dynamique de la steppe russe. *Rev. Géo. Dyn.*, 4: 1-32.
- TRICART, J. (1972). The landforms of the humid tropics, forests and savannas. Longmans. London.
- VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, R.W.; SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. (1980). The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sc.*, 37: 130-137.
- VELASCO, J. (1986). Experiencias sobre colonización por insectos acuáticos de pequeños estanques en el SE de España (Murcia). Tesis de Licenciatura. Univ. Murcia. Murcia.
- VIDAL-ABARCA, M.R. (1985). Las aguas superficiales de la cuenca del Río Segura (SE de España). Caracterización físico-química en relación al medio físico y humano. Tesis Doctoral. Univ. Murcia. Murcia.
- VIDAL-ABARCA, M.R.; MONTES, C.; RAMÍREZ-DÍAZ, L. & SUÁREZ, M.L. (1987). El clima de la cuenca del Río Segura (SE de España): factores que lo controlan. *An. Biol.*, 12 (Biol. Amb.,3): 11- 28.
- WILLIAMS, D.D. (1987). The ecology of temporary waters. Croom Helm. London.