

Estructura biotipológica de las principales redes hídricas rifeñas a través de los simúlidos (Diptera: Simuliidae)

B. Belqat¹, M. Dakki², M. El Alami³

(1) Dpto. de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Aldelmalek Essaâdi, 93000 Tetuán, Marruecos

(2) Instituto Científico, Charia Ibn Battota, Agdal, Rabat, Marruecos

(3) Dpto. de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Aldelmalek Essaâdi, 93000 Tetuán, Marruecos

El trabajo está basado en simúlidos recogidos a distintas fases de su desarrollo (larvas, pupas y adultos) entre 1998 y 1999 en las principales redes hidrográficas del macizo rifeño (norte de Marruecos). Se utilizó un análisis de los factores de correspondencias (AFC) para determinar las afinidades y relaciones ecológicas entre 28 especies y 85 estaciones. Se reconoció a cuatro agrupaciones de taxones y estaciones : una primera agrupación caracteriza las especies altícolas y estenotermas, las cuales caracterizan los altos cursos de agua fría (fuentes y arroyos) ; la agrupación 2 incluye especies propias de zonas de montaña de media y alta altitud ; la nube 3 constituye una agrupación compuesta a nivel ecológico porque incluye una especie a tendencia hemistenoterma junto con las especies más euritermas capturadas en grandes cursos de altitudes medias o bajas ; una última agrupación 4, es formada esencialmente por las especies más termófilas y potamófilas que pertenecen a las zonas mas bajas de los ríos.

The work is based on simuliids at different stages of development (larvae, pupas and adults) collected from the main courses of the Rif mountains (North of Morocco) during prospections made between 1998 and 1999. An analysis of the correspondences factors (AFC) was used to determine the ecological affinities and relations between 28 species and 85 stations. Four groupings of species and station were found : the first one characterizes the highest and stenothermal species, which characterizes the highest cold waters (sources and streams) ; grouping 2 includes own mountaineer species at average and high altitudes ; the third grouping is composed at ecological level because includes a species to hemistenothermal tendency along with the more eurithermal species captured in great courses of median or low altitudes ; the last grouping 4, is formed essentially by the more thermophilous and potamophilous species than belongs to the lowest zones of the rivers.

Introducción

Los primeros datos sobre los simúlidos que se conocen en el Rif se deben a Bailly-Choumara y Beaucournu-Saguez (1978). En aquel trabajo, se estudiaron tan sólo las formas preimaginales y se identificaron los taxones, en mayoría a nivel del grupo únicamente. Han de transcurrir más de 20 años para que los simúlidos del Rif vuelvan a ser estudiados (**Fig. 1**), tanto desde el punto de vista sistemático, citotaxonómico como ecológico, incluyendo tanto las formas preimaginales como las adultas (Belqat y Dakki, 2004; Belqat, 2002; Belqat y Adler, 2001; Belqat *et al.*, 2001a; Belqat *et al.*, 2001b; Belqat, 2000; Adler y Belqat, 2001), con el resultado de la identificación de 28 especies, de las que 15 eran nuevas aportaciones: 7 para el norte de Africa (*Prosimulium rufipes*, *Prosimulium tomosvaryi*, *Simulium sp.*, *Simulium trifasciatum*, *Simulium angustitarse*, *Simulium auricoma* y *Simulium galloprovinciale*) y otras 8 para el Rif (*Greniera fabri*, *Prosimulium faurei*, *Prosimulium latimucro*, *Simulium petricolum*, *Simulium ibleum*, *Simulium costatum*, *Simulium cryophilum* y *Simulium vernalis*).

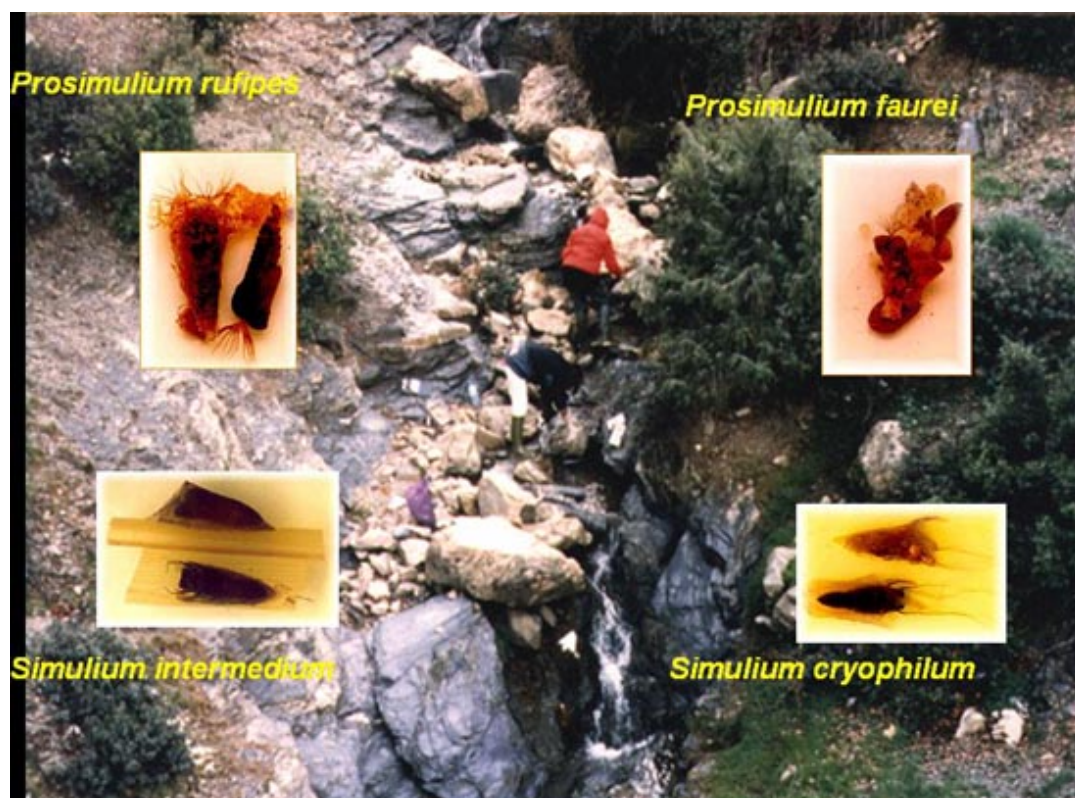


Figura 1. Muestreo de los simúlidos en las aguas corrientes del Rif (Norte de Marruecos).

Este estudio pretende establecer las afinidades y relaciones ecológicas entre las 28 especies censadas y las 85 estaciones consideradas utilizando el análisis de los factores de correspondencias. La evolución realizada en el análisis de los factores de correspondencias abren perspectivas en cuanto al establecimiento de la biotipología de los cursos de aguas y es con el fin de establecer la biotipología de unos cursos de agua rifeños, que adoptamos este método.

Material y métodos

La AFC requiere una homogeneidad de los datos (el problema no se plantea en este caso, puesto que se estudia un único grupo de especies) y un plan de muestreo cuantitativo adaptado a la ecología de este grupo de dípteros. El estudio ha constado de cuatro campañas de muestreo, realizadas de forma estacional durante el período 1998-99 en 85 estaciones (Fig. 2).

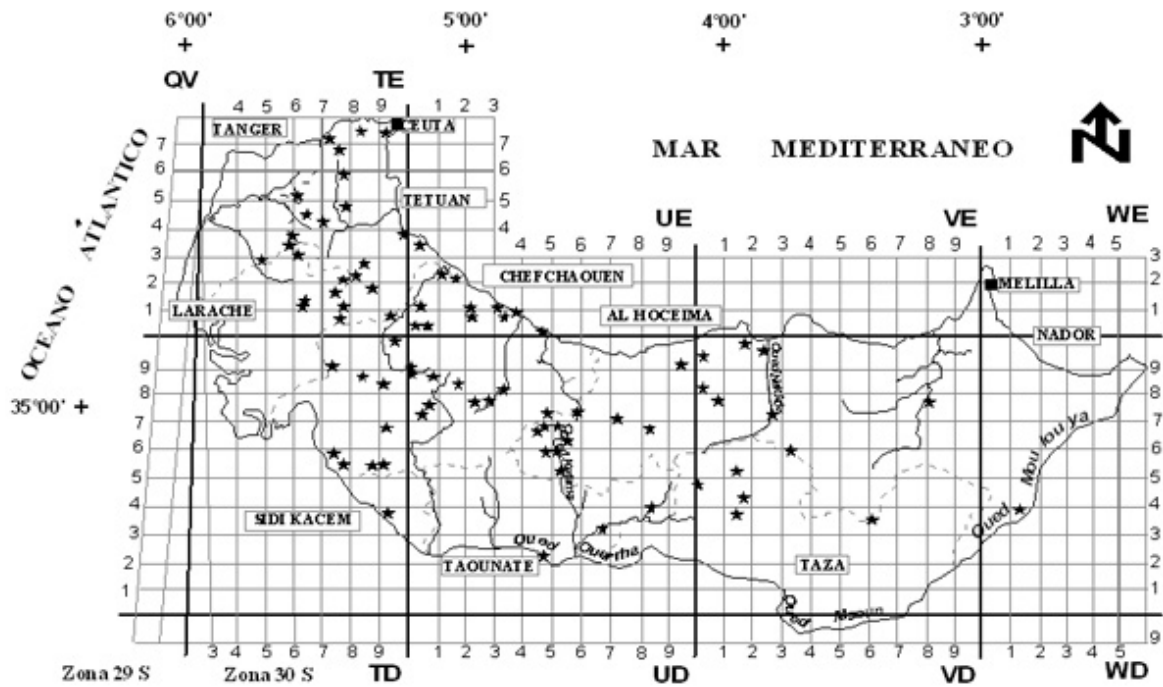


Figura 2. Situación de los puntos de muestreo en el área de estudio : el Rif (norte de Marruecos).

La fauna béntica (larvas, ninfas y exuvias ninfales) se recogió empleando procedimientos tanto de carácter cuantitativo como cualitativo (Fig. 3). Para el cualitativo, se ha utilizado la red de mano de 250 micras de diámetro de poro y unas pinzas entomológicas en las zonas infranqueables con la red, habitualmente para las especies raras o especies que se introducen en las fisuras de las rocas. La cuantificación de los resultados se ha hecho contabilizando seis tipos de sustratos muestreados repartidos de la siguiente manera: 3 en zonas de aguas corrientes rápidas y otros 3 en aguas menos rápidas, utilizando la red Surber de 0,3 mm de diámetro de poro. Las muestras se fijaron *in situ* con alcohol al 80% y se han separado e identificado posteriormente en el laboratorio, bajo la lupa y el microscopio.



Figura 3. Larva (1), pupa (2) e imago (3) de la especie *Simulium cryophil*

Se adoptó, entre los datos obtenidos sobre un ciclo anual, el máximo de abundancia absoluto de las especies (Dakki, 1985). Se intentó el método de codificación en clases tal y como fueron utilizados por Bournaud *et al.*, (1980), por Giudicelli *et al.*, (1980) y por Giudicelli *et al.*, (2000) recientemente en el Alto-Atlas, pero la abundancia máxima nos dio una mejor interpretación.

Dado que la gran mayoría de las estaciones de muestreo se prospectó al menos una vez por temporada, la mayoría de las poblaciones se muestrearon en su extensión máxima en su biotopo. En cambio, algunas estaciones de cursos de agua temporales sólo fueron objeto de una o dos muestreos; la mayoría de ellas albergan especies interesantes, no comunes. Estas estaciones corresponden, en su mayoría, a emisarios y arroyos de fuentes. Pero, dado la gran estabilidad temporal de la composición faunística de las fuentes (Dakki, 1986), se consideró que las densidades de las especies no se alejan de sus valores máximos.

Resultados

La base de datos que realizamos proporciona para 28 especies la información sobre los parámetros ecológicos elegidos. Los tres primeros ejes suman un valor de 34,45% de la inercia total (**Tabla 1**). Un primer análisis de la **Tabla 1** mostró 5 estaciones particulares (MSM, MRA, RNM, SBY y RNS) que se aíslan con sus especies características sobre los 5 primeros ejes factoriales y encubren la parte fundamental de la información relativa a las nubes de las otras estaciones y especies. Se consideraron por lo tanto en elementos suplementarios en un segundo análisis. Este último resalta en el plano F1-F2 (**Fig. 4** y **Fig. 5**) una organización de las nubes de las estaciones y especies en una estructura con forma de 'V' invertida que muestra la existencia de un gradiente que se expresa a lo largo del eje F1. Las dos nubes están muy correlacionadas según este eje ($\lambda_1 = 0.788$) de tal forma que se pueden explicar una por otra.

Tabla 1. Porcentaje de inercia para los tres primeros ejes del análisis biotipológico.

% Inercia	Ejes	Valores propios	% Inercia acumulada
13,8	1	0,864	13,7
11,12	2	0,779	24,82
9,535	3	0,721	34,36

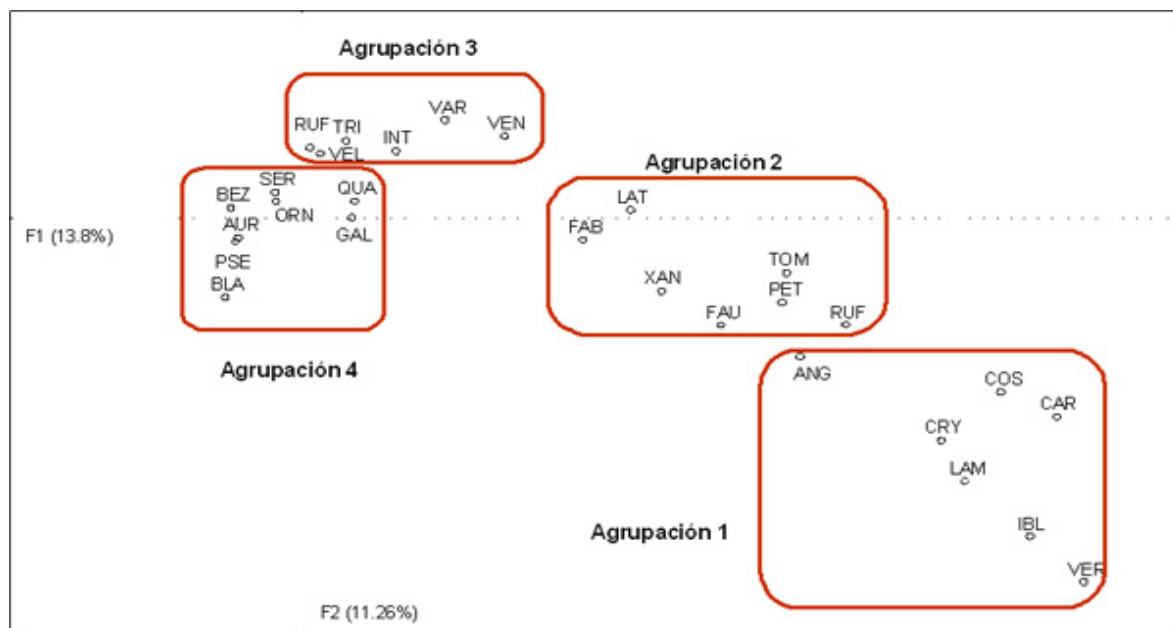


Figura 4. Biotipología de los cursos de agua rifeños: estructura de la nube-especie en el plan F1-F2. *Simulium lamachi* proyectada en elemento suplementario.

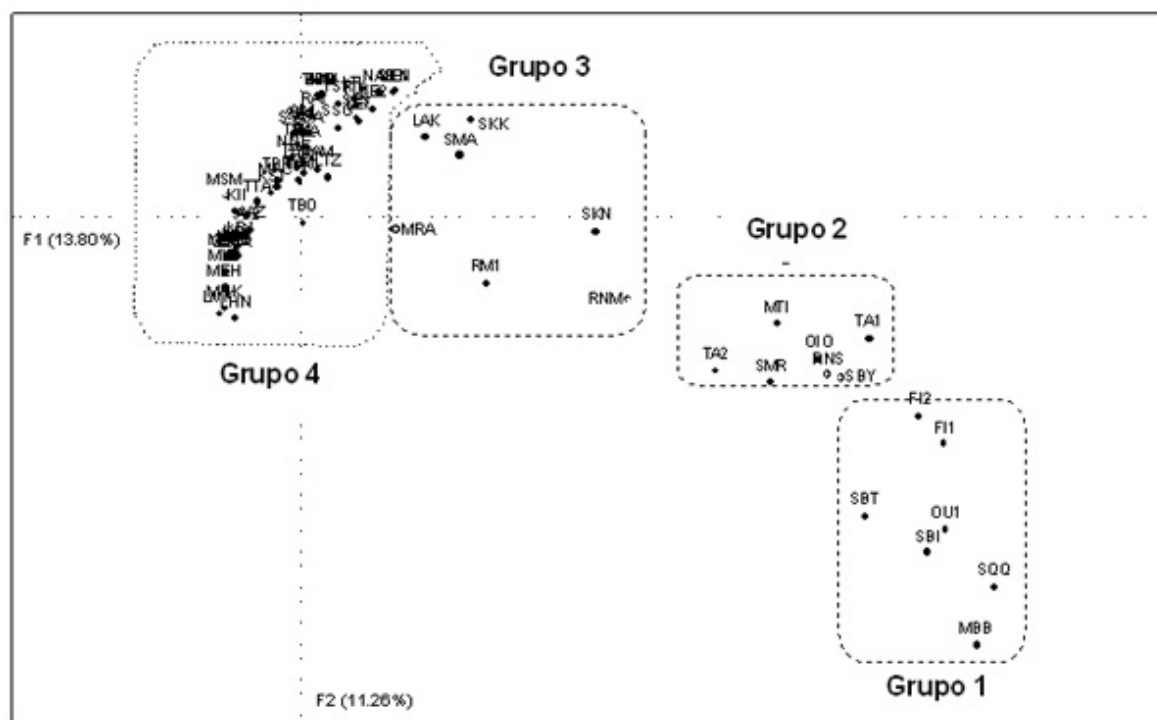


Figura 5. Biotipología de los cursos de agua rifeños: estructura de la nube-estación en el plan F1-F2. Estaciones MSM, MRA, RNM, SBY, y RNM proyectadas en elementos suplementarios.

Los factores preponderantes que regulan la distribución de los simúlidos (**Fig. 6**) en nuestros cursos de agua son : la altitud (factor de correlación 0,788), y la temperatura (temperatura media del mes más frío, factor de correlación -0,71 ; temperatura media del mes más caliente, factor de correlación -0,63; media geométrica de los máximos térmicos, factor de correlación -0,75) seguidas de la cuesta media cuyo factor de correlación es de 0,515. Un análisis global de las estaciones pone de manifiesto que las siete primeras (grupo 1) se individualizan perfectamente de las estaciones del grupo 3, y claramente de las del grupo 4, por sus coordenadas positivas sobre el primer eje (F1) definido por el AFC.



Figur 6. Ejemplo de hábitat de los simúlidos, especies reófilas. Aguas rápidas del río Tisgrís

La agrupación 1 de las especies reúne no sólo las especies más altícolas (altitudes variando entre 1200 y 1640m) y más estenotermas de agua fría, como *S. ibleum*, *S. lamachi*, *S. costatum*, *S. carthusiense*, *S. angustitarse* y *S. vernum* sino también, *S. cryophilum*, taxón común en los pequeños cursos de agua de alta montaña. *S. costatum*, *S. carthusiense* y *S. angustitarse* son crenobiontes estrictas, mientras que *S. lamachi*, *S. ibleum* y *S. vernum* son crenófilas. Las siete especies de la agrupación 2, *P. faurei*, *P. rufipes*, *P. latimucro*, *P. tomosvaryi*, *G. fabri*, *S. petricolum* y *S. xanthinum*, son euritermas. Las estaciones correspondientes a esta agrupación están constituidas por cursos de agua de montaña de dimensiones pequeñas de media (580-880m) y alta altitud (1200-1540m). La agrupación 3 implica una especie a tendencia hemistenoterma (*S. variegatum*) y las especies más euritermas tales como, *S. velutinum*, *S. intermedium*, *Simulium* sp, *S. trifasciatum* y también *S. ruficorne*, muy conocida por su termofilia. A este núcleo faunístico, asociamos el grupo de estaciones formado por mayores cursos de agua, incluso de elevada altitud, pero que se invierten aquí a causa de su régimen térmico que es más bien euritermo. La agrupación 4 está formada esencialmente por tres especies termófilas y potamófilas (*M. blanci*, *S. pseudequinum*, *S. sergenti*), por las dos especie más reófilas, *S. auricoma* y *S. galloprovinciale* recolectadas exclusivamente y en grandes efectivos en zonas bajas (60-100m) de tres cursos costeros y por *S. bezzii*. A este núcleo faunístico juntamos las estaciones más bajas de los cursos inferiores de las redes hidrográficas estudiadas.

Discusión

El presente estudio biotipológico relativo a los simúlidos es el primero efectuada en el norte de Marruecos. En el Rif, por lo tanto, la extensión de las especies resultó ser condicionada directamente por la variación de los factores puramente físicos, como la temperatura, la altitud y la cuesta media. Este mismo papel de los parámetros físicos sobre la composición, la distribución de los simúlidos fue demostrado por Giudicelli *et al.*, (2000) en algunas redes hídricas del Alto Atlas.

Sin embargo, algunas especies llamaron nuestra atención. En particular *P. latimucro*, taxón estrictamente montaños tanto en el Alto Atlas como en el Rif, pero cuyo régimen térmico se reveló menos estricto en nuestra área. En efecto, las fases preimaginales se recogieron a temperaturas invernales de 7,1°C, otoñales de 11°C y primaverales de 20°C. Pero siempre en arroyos y fuentes de elevada altitud (1480-1640 m). Del mismo modo, en el Rif, *S. xanthinum* y *S. petricolum* se revelaron como más tolerantes frente a la temperatura de su biotopo, puesto que se han recogido respectivamente a temperaturas de (7,5-28,1°C) y (7,8-24,6°C). Por otro lado, conviene señalar que, a pesar de su importancia en la distribución de las especies de simúlidos en un curso de agua, el factor velocidad de la corriente no apareció en nuestro análisis debido a la diversificación de estructura de un mismo biotopo. No se olvida tampoco que se trata de una velocidad media tomada en distintos niveles de un medio acuático, y que no refleja, por lo tanto, el *preferendum* de cada especie en su microhábitat rifeño.

Como el análisis faunístico, el análisis de las variables ecológicas indica que hay una modificación en la organización de las especies. Ésta es aún más importante cuando se acerca del sector cabecera de los ríos que reúne las especies más altícolas y los estenotermas. Sin embargo, no existe a lo largo de la serie una transición neta entre las cuatro agrupaciones, dado que la cuesta media de los cursos de agua no disminuye precipitadamente de las zonas de cabeceras a zonas bajas de los cursos.

Referencias

- Adler, P. y Belqat, B. 2001. Cytotaxonomy of the *Prosimulium hirtipes* Species Group (Diptera : Simuliidae) in Morocco. *Journal of Insect Systematics and Evolution* 32 (4) : 411-418.
- Bailly-Choumara, H. y Beaucournu-Saguez, F. 1978. Contribution à l'étude des simulies du Maroc (Diptera, Simuliidae). 1. Le Rif. *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, 3 : 121-144.
- Belqat, B. 2000. Découverte de *Simulium (Obuchovia) galloprovinciale* et *Simulium (obuchovia) auricoma*: deux nouvelles espèces pour le Nord de l'Afrique. *British Simuliid Group Bulletin* 15 : 15-18.
- Belqat, B. 2002. *Etude Systématique, Ecologique et Caryologique des Simulies (Diptera : Simuliidae) du Maroc : cas particulier du Rif*. Thèse d'Etat es Sciences, Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, Tétouan, 322 p.
- Belqat, B. y Adler, P. 2001. Ecologie et Biogéographie du genre *Prosimulium* Roubaud (Diptera, Simuliidae) dans le Rif (Nord du Maroc). *Zoologica baetica* 12 : 119-134.
- Belqat, B. y Dakki, M. 2004. Clés Analytiques des Simulies (Diptera) du Maroc. *Zoologica Baetica* 15: 77 - 137
- Belqat, B., Adler, P. y Dakki, M. 2001a. Distribution summary of the Simuliidae of Morocco with new data for the Rif mountains. *British Simuliid Group Bulletin* 17 : 10-16.
- Belqat, B., Dakki, M. y Errami, M. 2001b. Deux nouvelles Simulies pour le Nord de l'Afrique : *Simulium (Nevermannia) angustitarse* et *Simulium (Simulium) trifasciatum*. *British Simuliid Group Bulletin* 17 : 7-10.
- Bournaud, M., Heck, G. y Richoux, P. 1980. Les prélèvements de macroinvertébrés benthiques en tant révélateurs de la physionomie d'une rivière. *Annales de limnologie* 16 (1) : 55-75.
- Dakki, M. 1985. Sur le choix des données en biotypologie des eaux courantes par l'analyse factorielle des correspondances. *Bulletin Ecologique* 16 (4) : 285-296.
- Dakki, M. 1986. Biotypologie et gradient thermique spatio-temporels, étude sur un cours d'eau du Moyen Atlas (Maroc). *Bulletin Ecologique* 17, 2.
- Giudicelli, J., Bouzidi, A. y Ait Abdelaali, N. 2000. Contribution à l'étude faunistique et écologique des simulies (Diptera: Simuliidae) du Maroc. IV. Les simulies du Haut Atlas. Description d'une nouvelle espèce. *Annales de Limnologie* 36 : 57-80.
- Giudicelli, J., Dia, A. y Legier, P. 1980. Etude hydrobiologique d'une rivière de région méditerranéenne, l'Argens (Var, France) : habitats, hydrochimie, distribution de la faune benthique. *Bijdragen tot de Dierkunde* 50 (2) : 303-341.