Ecología, distribución y ciclos de desarrollo de efemópteros de Sierra Nevada *I: Baetis maurus* Kimmins, 1938 (Ephemeroptera, Baetidae)

Javier Alba Tercedor

Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias (Secc. Biológicas), Universidad de Granada.

SUMMARY

ECOLOGY, DISTRIBUTION AND LIFE CYCLES OF MAYFLIES FROM SIERRA NEVADA (SPAIN). I: *Baetis maurus* KIMMINS, 1938 (EPHEMEROPTERA BAETIDAE)

The distribution, autoecology and life cycle of *Baetis maurus* Kimmins, 1938 (Ephemeroptera, Baetidae) are studied from data obtained in some streams of Sierra Nevada (S Spain) during an annual sampling period. *B. maurus* lived preferably in zones with high velocity of current and stony bottom. Two annual generations with two long flying periods were observed. Flying periods were determined by interruption of flight during late June and November-December.

INTRODUCCION

La falta de conocimientos que tenemos de la fauna de los efemerópteros ibéricos, unido al creciente interés que las fases acuáticas de estos insectos están despertando en investigadores de todo el mundo por su importancia ecológica (CUMMINS, 1976); y por ser unos buenos indicadores biológicos de la calidad de las aguas (BRAASCH & JACOB, 1976; FREMLING, 1970; SOWA, 1980; MARSHALL, 1980), nos animó a profundizar en la línea iniciada anteriormente (ALBA & JIMENEZ, 1978) sobre el estudio de los efemerópteros de Sierra Nevada.

MATERIAL Y METODOS

Dentro del complejo de Sierra Nevada y en los límites que para este macizo montañoso establecieron ESPINOSA (1976) y PASCUAL (1978) estudiamos seis cursos de agua pertenecientes a la zona tanto caliza como silícea de dicho macizo. (fig. 1).

De los ríos estudiados, el Río Aguas Blancas atraviesa terrenos calizos y está interrumpido en su curso por el Embalse de Quentar. En él establecimos tres estaciones de muestreo, desde la cabecera hasta su desembocadura con el Río Genil (est. 1, 2 y 3). Por el contrario los otros cinco cursos de agua es-

tudiados (Río Dúrcal, Río Torrente, Río Lanjarón, Río Chico y Río Poqueira) discurren por zonas silíceas y en cada uno de ellos establecimos una estación de muestreo (estaciones 4 a 8).

El muestreo se realizó mensualmente a lo largo de un ciclo anual comprendido entre Abril de 1979 y Marzo de 1980. Se tomaron muestras con una red tipo Surber, de tamaño de malla lo suficientemente pequeño (0,36 mm.) que nos permitiera capturar las ninfas de las diferentes fases de desarrollo (el término "fase" se utiliza en el sentido que da ROSS, 1968). Simultáneamente se hicieron anotaciones sobre el tipo de lecho de la superficie muestreada además de medirse la velocidad de la corriente con la ayuda de un instrumento similar al descrito por DOWDESWELL (1967).

Tras la captura de los organismos se procedía a medir los distintos parámetros físico-químicos considerados. La temperatura con un termistor; el pH con un peachimetro portátil; el contenido en Oxígeno, la dureza de Calcio y Magnesio y los Nitratos y Nitritos se analizaron "in situ" con equipos de la casa "Hach Chemical". Debido al escaso contenido en Nitritos de las aguas estudiadas, se usó un equipo de medición de bajo rango (0 - 1 mg/l.) y se expresó el contenido total de Nitrógeno en forma de Nitratos y Nitritos juntos. Los fosfatos se analizaron en el laboratorio con un equipo "Hach" de bajo rango (0-1 mg/l.). La conductividad fue medida con un conductímetro provisto de corrector de temperaturas.

Las muestras se guardaron en frascos separados que se fijaron en el terreno añadiéndoles formol hasta una concentración del 4%. Posteriormente, en el laboratorio, se separaban los animales y las ninfas se conservaban en alcohol de 75°.

Para el estudio de los ciclos biológicos de desarrollo de Efemerópteros y en general para muchos macroinvertebrados acuáticos, se siguen dos metodologías. Una basada en la biometría y otra basada en la aparición progresiva de diversas estructuras; fundamentalmente las traqueobranquias y los estuches alares o pterotecas.

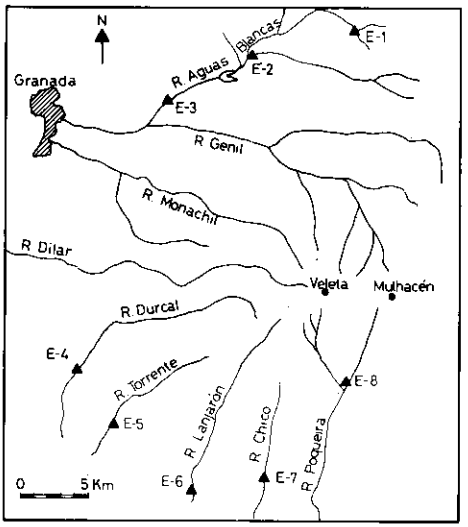

Fig. 1. Mapa de la zona estudiada y localización de las estaciones de muestreo.

Debido a lo delicado de los tegumentos de las ninfas del género *Baetis* lo que hace que al ser fijadas queden en posiciones que las hacen difíciles de medir, optamos por el segundo método. Con métodos similares GUILLOUZIC (1965) distinguía cinco fases de desarrollo, BRETSCHKO (1965) seis y LEHMKUHL (1970) cinco.

A la vista de estos antecedentes comenzamos a estudiar nuestro material y observamos que tanto con el criterio de GUILLOUZIC (1965) como con el de LEHMKHUL (1970) el intervalo de un estadio a otro era excesivo; de tal modo que dentro de una misma fase se encontraban intervalos de variación relativamente amplios en relación a la longitud de las ninfas. Esta dificultad en parte se resolvía con el criterio de BRETSCHKO (1965), pero con ciertas limitaciones. Por ello decidimos utilizar un criterio similar al de los autores anteriores pero separando siete fases de desarrollo (igual número al que como supimos a posteriori había distinguido HUMPESCH, 1979; aunque los criterios para establecerlas fueron desarrollados por nosotros independientemente), en función de los siguientes caracteres:

Fase I. Ninfas sin traqueobranquias.

Fase II. Con traqueobranquias pero sin pterotecas.

Fase III. Comienzan a aparecer las pterotecas mesotorácicas.

Fase IV. Las pterotecas mesotorácicas llegan hasta la mitad del Metanoto.

Fase V. Las pterotecas mesotorácicas sobrepasan a las metatorácicas.

Fase VI. Las pterotecas mesotorácicas alcanzan el segundo segmento abdominal.

Fase VII. Con las pterotecas negras (lo que indica que la ninfa está madura y próxima a la muda subimaginal).

Aplicando este criterio observamos que en algunas especies encontrábamos pocos ejemplares en la fase de desarrollo I, lo cual no era lógico teniendo en cuenta el pequeño tamaño de malla utilizado en la red. Esto se debe a que en la mayoría de las ninfas extremadamente jóvenes ya es posible observar traqueobranquias, aunque éstas estén muy poco desarrolladas. Ello hacía que aplicando estrictamente nuestro criterio las incluyéramos en la fase II. Por lo que pensamos que en lo sucesivo se debería completar nuestro concepto de fases I y II, en el sentido:

Fase I. Ninfas sin traqueobranquias, o pobremente desarrolladas.

Fase II. Traqueobranquias desarrolladas. Sin pterotecas.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Las estaciones de muestreo se situaron en 5 ríos diferentes y entre 640 y 1.600 m. de altitud (fig. 1). Como características comunes, todos los ríos tienen un régimen torrencial dependiente de las lluvias y del deshielo. La cobertura por vegetación del cauce es variable y la presencia de vegetación dentro del río es generalmente escasa, aunque en verano, puede desarrollarse una cobertura algal abundante. Los ríos son relativamente pequeños con anchuras entre 2 y 5 metros en las estaciones 1 a 4 y en la 8, mientras que son mucho más fluctuantes en las estaciones 6 a 7 en las cuales los caudales son mínimos en verano. En la estación 5 en verano el río está completamente seco y el resto del año su caudal es escaso excepto en la época de deshielo.

TABLA I. Densidad media de las poblaciones de *B. maurus* en relación con la altitud y velocidad de corriente.

Estación	Altitud (m)	Nº medio de ninfas/m²	Velocidad media de corriente en superficie (cm/seg)	
			centro	orilla
1	1300	70,8	121 ± 12	72 ± 5
2	1140	321,7	109 ± 09	54 ± 6
3	800	544,7	152 ± 18	66 ± 5
4	760	10,7	135 ± 14	95 ± 6
5	840	-	138 ± 15	88 ± 6
6	640	8,9	119 ± 11	50 ± 7
7	800	12,6	116 ± 10	61 ± 5
8	1600	-	128 ± 13	62 ± 5

Las características físico-químicas de estos ríos son bastante similares (ver apéndice) con temperaturas fluctuantes a lo largo del año aunque las máximas no superan los 18° C excepto en los ríos que poseen un caudal menor. La mineralización del agua es la que corresponde a los ríos alcalinos con un contenido en Calcio normalmente superior a los 100 mg/l. a excepción de la estación 8 (que tiene también conductividades menores) y de las estaciones 6 y 7 en las épocas de deshielo cuando hay una dilución relativa del agua.

Las aguas son muy limpias por el contenido bajo en nutrientes, especialmente en fósforo (ver el apéndice) y ello se demuestra en que el oxígeno está siempre cercano o por encima de la saturación durante todo el año y en todas las estaciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se desprende del apartado anterior.

Tabla II. Valores medios de los diferentes parámetros estudiados a lo largo del año en las estaciones de muestreo.

	ESTACIONES DE MUESTREO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conductividad (micromhos/cm)	356,25 ±55,53	435,00 ±25,31	377,08 ±27,38	259,09 ±60,81	247,50 ±31,97	247,08 ±129,01	199,17 ±69,69	79,55 ±12,43
pH	7,54 ±0,34	7,59 ±0,31	7,82 ±0,31	7,28 ±0,50	7,48 ±0,44	7,28 ±0,34	7,30 ±0,31	7,05 ±0,35
Dureza total (mg/l)	251,11 ±17,55	284,16 ±13,56	239,68 ±17,96	165,49 ±35,72	145,52 ±24,77	115,56 ±38,84	125,55 ±35,43	61,35 ±8,63
Dureza Ca^{++} (mg/l)	152,65 ±10,84	172,63 ±12,77	136,96 ±9,28	88,45 ±22,16	87,28 ±15,92	74,19 ±27,57	65,63 ±26,58	34,24 ±4,64
Dureza Mg^{++} (mg/l)	99,44 ±14,01	111,28 ±14,30	102,72 ±10,37	77,04 ±18,26	56,57 ±24,46	41,37 ±13,49	59,92 ±10,88	27,11 ±8,63
Oxígeno (mg/l)	10,20 ±0,56	10,50 ±0,92	11,20 ±1,04	10,17 ±1,90	10,00 -	10,38 ±0,76	10,25 ±0,80	10,33 ±1,43
% saturación O_2	99,11 ±6,17	100,90 ±15,57	104,78 ±9,89	93,10 ±16,40	90,7 -	99,25 ±21,17	98,63 ±16,10	96,23 ±20,06
$N(NO_2^-; NO_3^-)$ (mg/l)	2,15 ±0,33	2,18 ±0,10	1,51 ±0,18	1,41 ±0,68	0,71 ±0,56	0,16 ±0,39	0,11 ±0,08	0,20 ±0,11
P (fosfatos totales) (mg/l)	0,37 ±0,09	0,34 ±0,11	0,42 ±0,10	0,35 ±0,09	0,35 ±0,49	0,41 ±0,17	0,35 ±0,11	0,33 ±0,12

los cursos de agua estudiados son de características típicas de aguas de montaña; oligotróficos, con bajo contenido en sales y aguas frías y oxigenadas.

Durante el muestreo capturamos gran número de ninfas de Efemerópteros, entre las cuáles se encuentran las de *Baetis maurus* Kimm. Especie hasta hace poco tiempo poco estudiada (MÜLLER-LIEBENAU, 1974; ALBA, 1982) y de la que hasta ahora se desconocía su ecología y ciclo de desarrollo.

Capturamos ninfas de *B. maurus* prácticamente en todas las estaciones muestreadas aunque en el río Aguas Blancas (estaciones 1, 2 y 3) se presentaron las poblaciones más numerosas (tabla I) especialmente en las estaciones situadas a menor altitud sobre el nivel del mar.

Las poblaciones de esta especie se encuentran en aguas de profundidad variable (4-50 cm.) con intervalos de velocidad de la corriente en el fondo comprendidas entre 11 y 137 cm/seg. Las densidades mayores corresponden a muestras tomadas en las partes centrales del cauce que son las más profundas y de mayor velocidad de corriente, por lo que el lecho está formado por lo general por piedras de tamaño considerable.

La importancia que la velocidad de corriente y el tipo de sustrato tienen en la distribución de las poblaciones ninfales de *B. maurus* fue indicada con anterioridad por ALBA & JIMENEZ (1978) (sub. *B. pavidus* Grandi) y explicaría la distribución altitudinal observada en el Río Aguas Blancas ya que las estaciones 1 y 2, que tienen una ma-

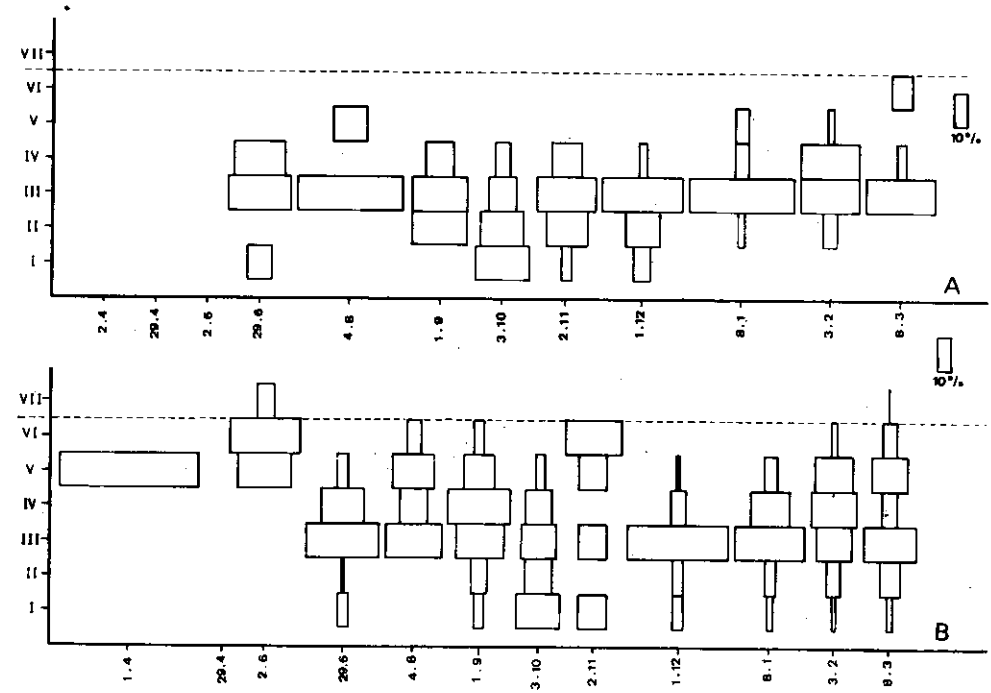

Fig. 2. Ciclo de desarrollo de *Baetis maurus* Kimm. A: estación 1 B: estación 2.

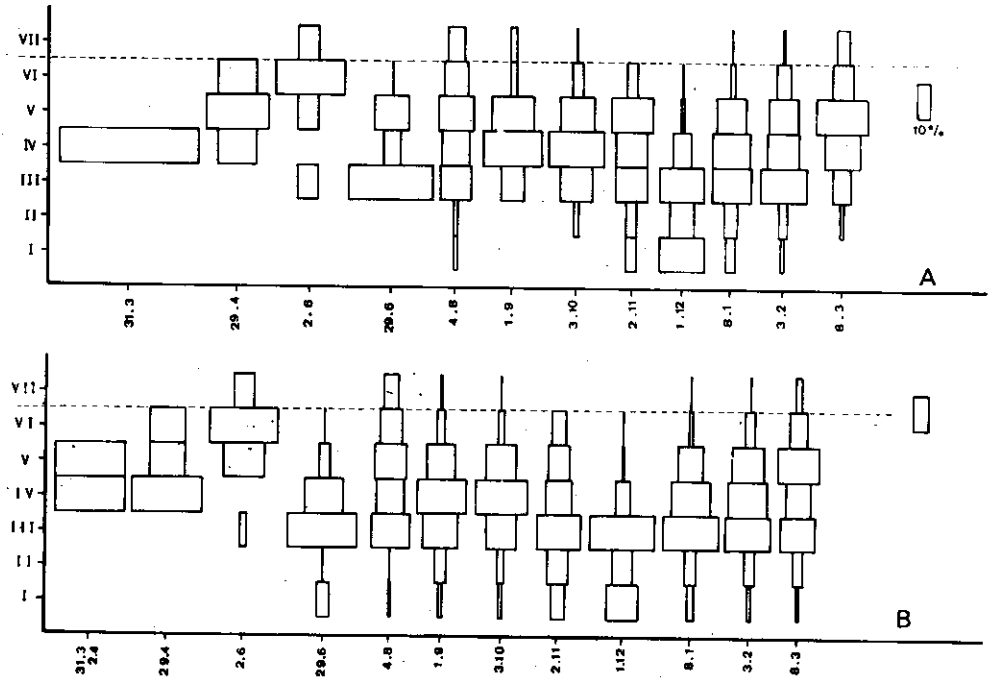

Fig. 3. Ciclo de desarrollo de *Baetis maurus* Kimm. en la estación 3 (A) y para los datos conjuntos de las tres estaciones de muestreo (B).

yor velocidad de corriente y fondos más pedregosos, son las más pobladas.

El que las poblaciones sean tan escasas en el resto de los cursos de agua estudiados, pensamos que puede deberse a las características químicas de las aguas. El Río Aguas Blancas es el de aguas más calizas, de mayor dureza, pH más básico y mayor contenido en sales, condiciones éstas que disminuyen progresivamente en los otros cursos de agua (tabla II). La dureza y el contenido total en sales son mínimos en la estación 8 (la de mayor altitud). En el resto de cursos de agua *B. maurus* es desplazada por *Baetis alpinus,* de morfología muy similar y que ocupa zonas del cauce similares; pero en aguas más blandas y a mayor altitud. Así la estación 8 (donde no capturamos ninguna ninfa de *B. maurus)* fue la estación más rica en ninfas de *B. alpinus.*

Para el estudio del ciclo biológico de desarrollo de *B. maurus* se han construido histogramas (figuras 2 y 3) basados en el estudio de 121, 620 y 937 ninfas respectivamente para las estaciones de muestreo 1, 2 y 3. También se ha realizado una representación conjunta de las capturas de las tres estaciones.

La presencia de ninfas maduras (Fase VII) nos indica la existencia de dos períodos de vuelo; uno de Agosto hasta Octubre y otro de Enero hasta Marzo que continuaría hasta Junio. La no existencia de ninfas maduras en los dos primeros muestreos, correspondientes a Abril-Mayo, creemos que se debe al azar de muestreo). Esos períodos de vuelo aparecen separados por discordancias claramente observables en las estaciones 2 y 3; una al final de Junio y otra en Noviembre-Diciembre.

Según lo expuesto *B. maurus* Kimm. tendría en Sierra Nevada al menos dos generaciones anuales; una invernal de mayor duración y otra estival de duración más corta. El comienzo de cada una de ellas se correspondería con los mayores porcentajes de ninfas en fase I que se observan al final de Junio y en Noviembre-Diciembre.

BIBLIOGRAFIA

ALBA, J. & JIMENEZ, F. 1978. Larvas de Efemerópteros de las estribaciones de Sierra Nevada. Factores que intervienen en su distribución. *Bol. Assoc. esp. Entom.*, 2: 91-103.

—1982. *Baetis maurus.* Kimmins, 1938 (Ephemeroptera; Baetidae) en la Península Ibérica. Aportación al conocimiento morfológico de las ninfas. *Bol. Asoc. esp. Entom.*, 6 (en prensa).

BRAASCH, D. & JACOB, U. 1976. Die Werwendung von Ephemeropteren (Insecta) der DDR als indicatoren für di Wassergute. *Entomol. Nachr.*, 20: 101-109.

BRETSCHKO, G. 1965. Zur Larvenentwicklung von *Cloeon dipterum, Cloeon simile, Centroptilum luteolum* und *Baetis rhodani. Z. Wiss. Zool.*, 1-2: 17-36.

CUMMINS, K.W. 1976. The ecology of running waters, theory and practice. In: *Proc. Sandusky River Basin Symp.* (BAKER, D.B.; JACKSON, W.B. & PRATER, B.L. eds.); págs. 277-293. U. S. Gov. Print. Off., Walsh., D.C. (1976-653-346). 1975, Heidellberg Coll., Ohio.

DOWDESWELL, W.H. 1967. *Practical animal ecology.* Methuen Educational L.T.D. London.

ESPINOSA, P. 1976. *Cartografía de la vegetación de Sierra Nevada.* Tesis doctoral. Universidad de Granada.

FREMLING, C.R. 1970. Mayfly distribution as a water quality index. PB 198 223; *EPA Water Pollutant Control Res.*, Ser. 16030-DQH-11/70: 1-44.

GUILLOUZIC, M. 1965. Cycles de développment de quelques Ephéméroptères du Volp. *Dipl. ét. sp. Fac. Sc. Univ. Toulouse:* 1-34.

HUMPESCH, H. 1979. Autökologische untersuchungen zum entwicklungszyklus von *Baetis alpinus* (Pict.). *Proc. 2nd. Int. Conf. Ephemeroptera:* 159-173.

LEHMKUHL, D.M. 1970. The life cycle of *Rhithrogena morrinsoni* (Banks) in eastern Oregon. (Ephemeroptera: Heptageniidae). *Pan-Pac. Entomol.*, 46,2: 124-127.

MARSHALL, K.E. 1980. Online computer retrieval of information on Ephemeroptera: A comparison of different sources. In: *Advances in Ephemeroptera Biology* (FLANNAGAN, J.F.

& MARSHALL, K.E. eds.); págs. 467-489. Plenum Publ. Co. New York.
MÜLLER-LIEBENAU, I. 1974. *Baetidae* aus Südfrankreich, Spanien und Portugal. *Gewässer und Abwässer*, 53-54: 7-42.
PASCUAL, F. 1978. Estudio preliminar de los Ortópteros de Sierra Nevada, I: Introducción general e inventario de especies. *Bol. Asoc. esp. Entom.*, 1: 163-175.
ROSS, H.H. 1968. *Introducción a la Entomología General y Aplicada*. Omega. Barcelona.
SOWA, R. 1980. La Zoogeographie, l'Ecologie et la protection des Ephéméroptères en Pologne et leur utilisation en tant qu'indicateurs de la pureté des eaux courantes. In: Advances in Ephemeroptera Biology pp: 141-154:

APENDICE

Condiciones físico-químicas de las aguas de las ocho estaciones de muestreo durante Abril de 1979 a Marzo de 1980. El número en la cabecera de tabla se refiere a la fig. 1.

ESTACION 1

Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fecha	2-4-79	29-4-79	2-6-79	29-6-79	4-8-79	1-9-79	3-10-79	2-11-79	1-12-79	8-1-80	3-2-80	8-3-80
Hora solar	11:00	12:20	15:10	13:05	13:40	14:10	13:30	17:00	11:40	13:30	14:45	13:00
Temperatura (ºC)	10.0	14.5	16.0	16.0	17.0	15.6	15.5	12.0	11.0	10.5	12.0	11.0
Dureza Ca (mg/l)	136.96	136.96	154.08	171.20	119.84	171.20	171.20	171.20	136.96	154.08	154.08	154.08
Dureza Mg (mg/l)	85.60	51.36	102.72	119.84	119.84	102.72	68.48	102.72	119.84	119.84	102.72	85.60
Dureza total (mg/l)	222.56	188.32	256.80	291.04	239.68	273.92	239.92	273.92	256.80	273.92	256.80	239.68
pH	8.1	8.0	7.6	6.5	7.2	6.8	7.9	7.8	7.9	7.5	-	7.7
Oxigeno (mg/l)	11	-	10	-	10	-	-	10	-	-	10	-
% saturación de Oxigeno	99.8	-	101.4	-	103.6	-	-	92.85	-	-	92.89	-
N (NO_2^- ; NO_3^-) (mg/l)	1.85	1.80	2.11	2.11	-	-	2.46	1.67	1.45	2.64	2.58	2.82
Fosfatos totales (mg/l)	0.48	0.66	0.44	0.52	0.46	0.32	0.38	0.24	0.22	0.24	0.26	0.24
Conductividad (micromhos/cm.)	320	260	360	320	145	440	450	425	375	390	430	360

ESTACION 2

Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fecha	1-4-79	29-4-79	2-6-79	29-6-79	4-8-79-	1-9-79	30-10-79	2-11-79	1-12-79	8-1-80	3-11-80	8-3-80
Hora solar	12:00	8:30	12:30	10:50	10:30	12:40	12:00	10:45	9:30	11:15	11:45	10:30
Temperatura (ºC)	9.0	12.0	17.0	15.0	16.0	16.0	14.0	11.0	9.0	7.5	10.0	10.0
Dureza Ca (mg/l)	154.08	154.08	188.32	188.32	205.44	188.32	171.20	188.32	171.20	171.20	136.96	154.08
Dureza Mg (mg/l)	119.84	102.72	102.72	102.72	102.72	102.72	85.6	85.6	154.08	119.84	154.08	102.72
Dureza total (mg/l)	273.92	256.80	294.04	291.04	308.16	291.04	256.80	273.92	325.28	291.04	291.04	256.80
pH	8.0	8.1	7.5	6.9	7.0	6.9	8.0	7.9	7.8	7.6	-	7.8
Oxigeno (mg/l)	-	-	11	-	10	-	-	10	-	-	11	-
% saturación de Oxigeno	-		114.0	-	101.4		-	90.7			97.5	
N (NO_2^-; NO_3^-) (mg/l)	1.67	1.76	2.55	1.85	2.20	2.16	1.89	2.38	2.64	2.38	2.02	2.64
Fosfatos totales (mg/l)	0.60	0.60	0.14	0.32	0.16	0.40	0.56	0.22	0.20	0.30	0.32	0.26
Conductividad (micromhos/cm.)	340	380	440	470	460	455	470	450	430	460	455	410

ESTACION 3

Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fecha	31-3-79	29-4-79	2-6-79	29-6-79	4-8-79	1-9-79	3-10-79	2-11-79	1-12-79	8-1-80	3-2-80	8-3-80
Hora solar	11:00	7:00	8:00	7:50	8:00	9:00	9:15	8:15	7:30	9:30	10:00	8:45
Temperatura (ºC)	10.5	11.0	13.0	14.0	13.0	17.0	17.0	13.0	10.5	7.5	10.0	10.0
Dureza Ca (mg/l)	136.96	119.84	136.96	136.96	119.84	119.84	136.96	136.96	136.96	136.96	154.08	171.20
Dureza Mg (mg/l)	119.84	85.60	102.72	85.60	85.60	85.60	102.72	85.60	119.84	119.84	119.84	119.84
Dureza total (mg/l)	256.80	205.44	239.68	222.56	205.44	205.44	239.68	222.56	256.80	256.80	273.92	291.04
pH	8.1	8.1	8.0	6.8	7.2	8.1	8.3	8.2	7.7	7.7	-	7.8
Oxigeno (mg/l)	12	-	12	-	11	-	-	10	-	-	11	-
% saturación de Oxigeno	107.6	-	115.9	-	106.3	-	-	96.6	-	-	97.5	-
N (NO_2^-; NO_3^-) (mg/l)	1.23	2.02	1.76	1.49	1.80	1.58	1.06	1.49	1.67	1.32	1.54	1.10
Fosfatos totales (mg/l)	0.70	0.56	0.50	0.50	0.44	0.50	0.54	0.29	0.31	0.29	0.22	0.19
Conductividad (micromhos/cm.)	360	350	350	360	300	355	380	370	390	410	450	450

ESTACION 4

Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fecha	3-4-79	1-5-79	3-6-79	1-7-79	5-7-79	30-8-79	2-10-79	1-11-79	2-12-79	7-1-80	1-2-80	9-3-80
Hora solar	16:30	16:15	17:0	17:35	18:00	19:50	16:00	15:03	14:00	14:30	14:50	14:35
Temperatura (ºC)	9	11	11.5	16	17	18.5	15	9	8	7	8	10
Dureza Ca (mg/l)	85:60	68.48	51.36	51.36	136.96	154.08	136.96	68.48	68.48	85.60	68.48	85.60
Dureza Mg (mg/l)	51.36	51.36	17.12	51.36	102.72	85.60	102.72	68.48	85.60	102.72	102.72	102.72
Dureza total (mg/l)	136.96	119.84	68.48	102.72	239.68	239.68	239.62	136.96	154.08	188.32	171.20	188.32
pH	7.8	7.9	6	6	7.5	6.4	6.6	7.6	7.9	7.9	7.9	7.8
Oxigeno (mg/l)	-	-	-	-	9.5	-	-	10	-	-	11	-
% saturación de Oxigeno	-			-	99.8		-	86.6	-	-	92.9	-
N (NO_2^-; NO_3^-) (mg/l)	0.58	1.06	0.53	0.48	3.12	2.82	2.64	-	0.22	1.50	1.23	1.28
Fosfatos totales (mg/l)	0.42	0.52	0.46	0.30	0.60	0.28	0.40	-	0.20	0.18	0.30	0.24
Conductividad (micromhos/cm.)	220	220	120	145	380	380	380	-	220	270	235	280

ESTACION 5

Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fecha	3-4-79	1-5-79	3-6-79	1-7-79	5-8-79	30-8-79	2-10-79	1-11-79	2-12-79	7-1-80	1-2-80	9-3-80
Hora solar	10:40	10:30	11:30	-	-	-	-	9:50	9:00	-	10:00	9:25
Temperatura (ºC)	10.0	17.0	21.5	-	-	-	20.5	11.0	6.5	-	-	7.00
Dureza Ca (mg/l)	102.72	102.72	85.60	-	-	-	-	85.60	61.48	-	-	85.60
Dureza Mg (mg/l)	51.36	34.24	34.24	-	-	-	-	51.36	75.48	-	-	92.72
Dureza total (mg/l)	154.08	136.96	119.84	-	-	-	-	136.96	136.96	-	-	188.32
pH	7.9	7.9	7.0	-	-	-	6.5	7.8	7.9	-	7.2	7.6
Oxigeno (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	10.0	-	-	-	-
% saturación de Oxigeno	-	-	-	-	-		-	90.7	-		-	-
N (NO_2^-; NO_3^-) (mg/l)	0.48	0.10	1.23	-	-	-	-	0.53	0.44	-	-	1.50
Fosfatos totales (mg/l)	0.14	0.80	-	-	-	-	-	0.22	0.22	-	-	-
Conductividad (micromhos/cm.)	260	235	210	-	-	-	-	260	225	-	-	295

ESTACION 6

Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fecha	3-4-79	1-5-79	3-6-79	1-7-79	5-8-79	31-8-79	2-10-79	1-11-79	2-12-79	7-1-80	1-2-80	9-3-80
Hora solar	13:00	12:00	12:30	12:30	11:30	12:30	11:50	11:15	10:15	10:15	10:00	10:45
Temperatura (ºC)	11.0	13.5	13.0	16.0	21.0	20.5	20.0	10.0	10.5	11.0	11.0	13.0
Dureza Ca (mg/l)	34.24	34.24	17.12	68.48	119.84	136.96	136.96	34.24	34.24	102.72	85.60	85.60
Dureza Mg (mg/l)	34.24	17.12	17.12	34.24	51.36	85.60	51.36	17.12	51.36	68.48	34.24	34.24
Dureza total (mg/l)	68.48	51.36	34.24	102.72	171.20	222.56	188.32	51.36	85.60	171.20	119.84	119.84
pH	7.4	7.1	6.6	6.4	8.0	6.7	8.0	7.5	7.9	7.4	7.1	7.2
Oxigeno (mg/l)	10	-	-	-	10'5	-	-	10.0	-	-	11.0	-
% saturación de Oxigeno	90.7	-	-	-	117.8	-	-	88.6	-	-	99.8	-
N (NO_2^-; NO_3^-) (mg/l)	0.18	0.04	0.18	0.11	0.09	0.10	0.26	0.18	0.18	0.15	0.18	0.22
Fosfatos totales (mg/l)	0.82	0.90	0.66	0.36	0.58	0.14	0.44	0.20	0.18	0.20	0.24	0.19
Conductividad (micromhos/cm.)	90	110	65	185	50	560	630	75	120	420	320	140

ESTACION 7

Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fecha	3-4-79	1-5-79	3-6-79	1-7-79	5-8-79	31-8-79	2-10-79	1-11-79	2-12-79	7-1-80	1-2-80	9-3-80
Hora solar	14:40	14:30	15:00	14:40	13:00	12:35	13:20	13.00	10:30	12:00	11.45	12:20
Temperatura (ºC)	11.0	12.5	14.5	17.5	21.5	19.0	18.0	11.0	10.0	8.0	11.0	9.5
Dureza Ca (mg/l)	34.24	51.36	34.24	34.24	102.72	136.96	154.08	51.36	34.24	51.36	51.36	51.36
Dureza Mg (mg/l)	51.36	34.24	34.24	51.36	68.48	85.60	85.60	51.36	68.48	68.48	51.36	68.48
Dureza total (mg/l)	85.60	85.60	68.48	85.60	171.20	222.56	239.68	102.72	102.72	119.84	102.72	119.84
pH	7.8	7.8	6.8	6.5	6.7	6.7	7.7	7.7	7.5	7.6	7.5	7.3
Oxigeno (mg/l)	10	-	-	-	10	-	-	10	-	-	11	-
% saturación de Oxigeno	90.7	-	-	-	113.3	-	-	90.7	-	-	99.8	-
N (NO_2^-; NO_3^-) (mg/l)	0.18	0.09	0.09	0.01	0.48	0.04	0.11	0.04	0.18	0.00	0.04	0.09
Fosfatos totales (mg/l)	0.48	0.74	0.48	0.16	0.50	0.20	0.42	0.21	0.23	0.24	0.26	0.26
Conductividad (micromhos/cm.)	125	145	105	125	280	380	440	130	130	160	165	205

ESTACION 8

Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fecha	3-4-79	1-5-79	3-6-79	1-7-79	5-8-79	30-8-79	2-10-79	1-11-79	2-12-79	7-1-80	1-2-80	9-3-80
Hora solar	16:30	16:15	17:00	17:35	18.00	19:50	16:00	15:03	14:00	14:30	14:50	14:35
Temperatura (ºC)	10.0	12.5	14.0	15.0	17.0	17.0	16.0	9.5	9.0	8.5	10.0	10.0
Dureza Ca (mg/l)	34.24	34.24	34.24	34.24	34.24	34.24	51.36	34.24	17.12	34.24	34.24	34.24
Dureza Mg (mg/l)	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	34.24	17.12	34.24	34.24	51.36	51.36	17.12
Dureza total (mg/l)	51.36	51.36	51.36	51.36	51.36	68.48	68.48	68.48	51.36	85.60	85.60	51.36
pH	7.4	7.4	6.6	6.1	6.7	6.2	7.2	7.0	7.3	7.7	7.8	7.2
Oxigeno (mg/l)	-	-	-	-	10	-	-	10	-	-	11	-
% saturación de Oxigeno	-				103.6	-	-	87.6	-	-	97.5	
N (NO_2^-; NO_3^-) (mg/l)	0.09	0.08	0.09	0.18	0.35	0.53	0.44	0.20	0.18	-	0.04	0.04
Fosfatos totales (mg/l)	0.62	0.36	0.34	0.36	0.40	-	0.64	0.21	0.18	0.20	0.16	0.16
Conductividad (micromhos/cm.)	65	75	60	80	105		105	55	65	85	75	105