

FENOLOGÍA DE EFEMERÓPTEROS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO ALBARREGAS. MÉRIDA, VENEZUELA

VEGA Melvys J. & Pedro DURANT
pdurant@ciens.ula.ve

Grupo de Ecología Animal - Facultad de Ciencias
Universidad de Los Andes. Mérida 5101
República Bolivariana de Venezuela

RESUMEN

El trabajo presenta las fluctuaciones en el número de taxa y en el número de individuos por taxa de una comunidad de Efemerópteros y otros MIB, como indicadores de calidad de agua en un sector del río Albarregas (08° 30' 08" -08° 45' 00" N y 71° 07' 30" -71° 15' 00" O), Mérida, Venezuela. El material analizado se obtuvo en colectas mensuales (Enero a Diciembre 1993), realizadas con pesca eléctrica en áreas (A1-A5) de 150 x 10 m desde 2200 hasta 1800 msnm en la cuenca alta de la subcuenca del río en estudio. En el material colectado se determinaron 10 grupos del Orden Ephemeroptera. Cinco de los taxa pertenecen a la familia Baetidae, con *Baetodes* sp como el más abundante. *Thraulodes* es el género más representativo de la familia Leptophlebiidae. Tricorythidae fue la tercera familia registrada. *Triconythodes* sp fue el taxón menos abundante y Tricorythidae sp1 dominó en A1 y uno de los 2 géneros no registrados en A5. Estos grupos son característicos de aguas claras, con muy poca sustancia orgánica disuelta y con altas concentraciones de oxígeno. La mayoría de los taxa alcanzaron su más alta representatividad durante los dos o tres primeros meses del año, en coincidencia con un caudal (Q) cada vez más reducido debido al progreso de la sequía en la región. A excepción de NE vs Q ($r = 0.45$), las demás interrelaciones no fueron estadísticamente significativas en las colectas mensuales. Los cambios en la concentración de CO₂, DT y OD en las estaciones A1-A5, condicionan en alto grado a NE y a NT en esta comunidad ($r > \pm 0.90$). Estaciones A1-A4 registraron valores de diversidad por encima de 4.0 bits. De acuerdo con la escala utilizada, el agua en estos sectores del río es de muy buena calidad. En la discusión se sugieren algunas acciones para mantener y/o mejorar estas condiciones.

Palabras Clave: Calidad de agua. Efemerópteros. Grupos dominantes. Interrelaciones.

PHENOLOGY OF EPHEMEROPTEROS AND THEIR RELATIONSHIP WITH WATER QUALITY OF THE RIVER ALBARREGAS. MÉRIDA, VENEZUELA

ABSTRACT

Fluctuation of the metrics community of Ephemeroptera is used as indicator of water quality at the upper part of the Albarregas river (08°30'08"-08°45'00" N y 71°07'30"-71°15'00" O), Merida, Venezuela). A monthly collecting program was established from January to December (1993) in five sections (A1-A5) of the river bed. Some physic and chemical characteristics of the water were simultaneously recorded. Ten taxa of the Orden Ephemeroptera, and other groups, were recorded in the material collected. Five of these belong to family Baetidae, with *Baetodes* as dominant (52.2%) within the family. Three groups were members of Leptophlebiidae, with *Thraulodes* as one of the best indicator of water quality due to the change of its numbers along A1-A4. Thricorythidae was

FICHA:

the third family collected, with *Triconythodes* sp being the least abundant (0.5%) and *Thricorythrides* sp as the second dominant within the Ephemeroptera. These genus are characteristics of clean waters, with a high concentration of oxygen and almost no organic substance dissolved. Most of the groups were more abundant during the two or three first months of the year as a coincident reduction and more stability of the river bed (Q). This is also the dry period of the area. Changes in total hardness, CO₂, and OD, kept a high and significative correlation with the number of taxa and with de number of individuals/taxa ($r = \pm 0.90$). Stations A1-A4 had a diversity index above 4.0 bits, and they were recognized as containing water of high quality. Suggestions about actions to maintain and improve the ecological conditions of the river, are given in the discussion.

Key Words: Water quality. Ephemeroptera. Dominant group. Relationship.

INTRODUCCIÓN

La subcuenca del río Albarregas (08°30'08"-08°45'00" N y 71°07'30"-71°15'00" O) es la segunda fuente abastecedora de agua potable para el área metropolitana de Mérida. La red hidrográfica de esta área presenta un progresivo deterioro ecológico desde 1960, cuando comienza a recibir los desechos sólidos y líquidos de la actividad humana establecida en el sector (Silva, 1993; Jugo, 1995). Este deterioro también se registra en la mayoría de las cuencas hidrográficas andino meridanas. Estas alteraciones se han precisado a través de estudios de la composición y estructura de los macro invertebrados béticos (MIB), demostrando la importancia de estas comunidades como indicadores de calidad de agua (Durant y Arellano, 1998).

Esta metodología ha sido desarrollada en regiones de la zona templada desde 1930 (Wilhm, 1979) y con las adaptaciones correspondientes, puede ser utilizada en áreas del Trópico americano. La experiencia disponible en este aspecto, permite hoy, evaluar en forma independiente, más segura, a menor costo y a más corto tiempo, la calidad de agua para consumo humano, o para reforzar las evaluaciones basadas en parámetros microbiológicos y/o físico químicos.

La metodología señalada se fundamenta en el conocimiento de que los grupos animales integrantes de la comunidad dulceacuícola son diversos y cada uno responde a situaciones particulares del ambiente acuático. La presencia o ausencia de uno de éstos taxa como indicador, sus fluctuaciones poblacionales o la representación de su diversidad, se utilizan para determinar el grado de alteración de un cuerpo de agua (Mellamby, 1986; Griffith, et al., 2001). Uno de estos grupos de MIB está representado por el Orden Ephemeroptera, reconocido como buen indicador de calidad de agua debido a su sensibilidad, a sus variaciones temporales y espaciales que presentan en cuanto a abundancia y diversidad.

De acuerdo con estas consideraciones, el propósito general del presente trabajo fue estudiar la fenología de los MIB, indicadores de buena calidad de agua, en especial el Orden Ephemeroptera, en la subcuenca del río Albarregas, y los objetivos específicos siguientes: 1. Registrar las fluctuaciones temporales y espaciales de la abundancia de los grupos Efemerópteros y estimar los valores de calidad de agua en cinco de las estaciones de estudio establecidas en el río Albarregas. 2. Deducir las posibles relaciones entre la abundancia de los grupos faunísticos en estudio y las características físicas y químicas del agua, y su efecto en los valores de calidad de agua en la estación de estudio correspondiente.

AREA DE ESTUDIO

La subcuenca del río Albarregas se localiza entre los 08° 30' 08" - 08° 45' 00" N y 71° 07' 30" - 71° 15' 00" O, al norte de la ciudad de Mérida, Venezuela (Fig. 1). Superficie aproximada: 15.000 ha. Forma parte de la cuenca del río Chama, el cual desemboca en el Lago de Maracaibo (Araujo, 1985). La red hidrográfica de la subcuenca está formada por el río principal, Albarregas, el cual nace en la laguna del mismo nombre en el Páramo de la «Culata» (4200 msnm) y desemboca en el río Chama (1000 msnm) después de un recorrido de 31 km en dirección NE-SO. Recibe como afluentes a las quebradas Gaviria (la más pequeña en superficie), Milla, Montalbán, Calvajal y la Pedregosa (la de mayor extensión), e incluye a las siguientes zonas de vida (Ewel, *etal.* 1975; Tamayo, 1976): 1. Páramo, por encima de los 3200 m. El Frailejón (*Espeletia*) y el Chispiador (*Hypericum*) dominan la vegetación por su colorido, tamaño y abundancia en el estrato arbustivo. 2. «Chirivital» o «Matorral andino», cercana a los 3000 m de altitud, zona de transición, con bosques achaparrados, árboles de hojas pequeñas, coriáceas y tallos retorcidos como mecanismo de adaptación a las condiciones extremas del clima. 3. Bosque pluvial montano representado por una comunidad vegetal siempre verde, mixta, muy diversa, exuberante en cuanto a la superficie del follaje y porte de los árboles. Extensión: 3000 a 2300 msnm. Especies

arbóreas representativas: Quindú (*Laplacea fruticosa*), Say Say (*Weinmannia anni*), Mano de León (*Oreopanax maritzi*) y otros. 4. Bosque pluvial montano bajo, comunidad biótica con alta diversidad de especies, árboles de fuste delgado, cubiertos por gran variedad de musgos (Briofitas), líquenes, helechos (Pteridofitas) orquídeas y bromeliáceas. Estrato herbáceo denso, muy diverso, poca luz, helechos arborescentes y palmas.

La fluctuación de la temperatura en la subcuenca es de 5°C en los páramos hasta los 24°C en los sectores bajos. Precipitación entre 1600 y 2000 mm/año (Fig. 2). Substrato formado por unidades estratigráficas de intenso fallamiento y plegamiento debido a la alta actividad tectónica, procesos erosivos y sedimentación intensa.

La mayoría de los suelos que caracterizan a la subcuenca son ácidos, de pocas bases cambiables, perfil poco desarrollado, abundante pedregosidad y alto contenido de sustancia orgánica. Estas condiciones restringen la actividad agrícola e identifican el área como netamente protectora y productora de agua para consumo humano (Grimaldo, 1990).

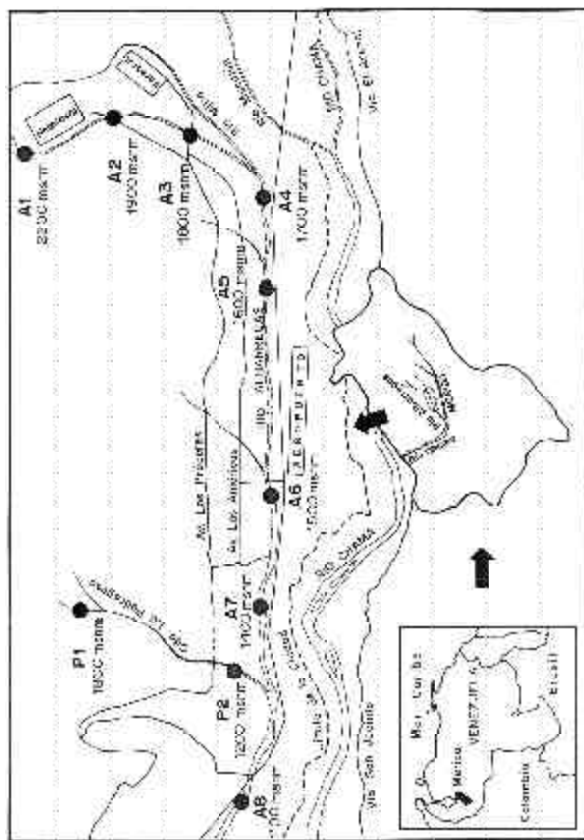


Fig. 1. Ubicación de las áreas de estudio (A1 - A8) en el río Albarregas. Mérida, Venezuela. 1993.

MATERIALES Y MÉTODOS

La calidad de agua del río Albarregas se estimó a partir de un programa mensual (Enero a Diciembre, 1993) de colecta de MIB y registro de características físico químicas del agua, correspondientes al Proyecto S1-1253 (CONICIT) del Grupo de Ecología Animal de la Universidad de los Andes. Para el presente informe se seleccionó al grupo Ephemeroptera y a la información relacionada con este Orden para demostrar los objetivos señalados en la Introducción. Colectas y registros se realizaron en áreas de 150 x 10 m en cada una de las ocho estaciones de estudio (A1-A8) seleccionadas en el cauce del río. A1 se ubicó en el bosque nublado «Monte Zerpa», zona con alta cobertura vegetal y poca intervención antrópica. A8 se localizó en sector cercano a la desembocadura del Albarregas. Estaciones A5-A7 se establecieron en sectores del río con escasa cobertura vegetal y alta densidad poblacional urbana (Figs. 1 y 3). En el presente trabajo se analizaron los datos correspondientes a las estaciones A1-A5. No existen

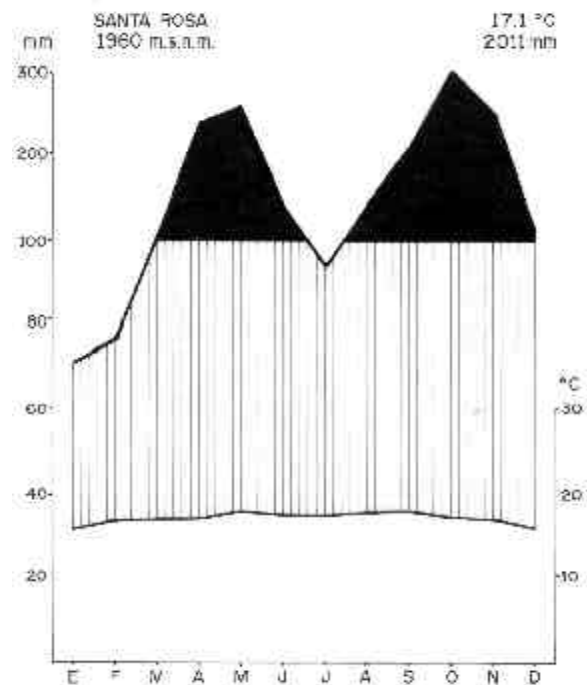


Fig. 2. Climadiagrama de la Estación Meteorológica de «Santa Rosa», Instituto de Investigaciones Agropecuaria, Universidad de Los Andes, Mérida, el área más cercana a las estaciones de estudio en la subcuenca del río Albarregas. Promedios de 1993.

Efemerópteros en estaciones A6-A8 debido al cambio de las condiciones biológicas del cuerpo de agua (Fig. 3). Las características físico químicas se registraron con un equipo portátil de Ecología de agua Hach-Test, AL36B, y fueron las siguientes: Temperatura máxima (TM) y mínima (Tm) del agua, Alcalinidad (Al), dureza total (DT), oxígeno disuelto (OD), concentración de anhídrido carbónico (CO₂), acidez (pH) y caudal (Q). En el registro de cada variable se realizaron 10 mediciones. El caudal se estimó de acuerdo con el Método de Schowebel, 1975.

El material biológico colectado se fijó en formalina al 10% y limpiado en el laboratorio por el método de flotación. Los grupos de MIB fueron separados, determinados y cuantificados los especímenes del Orden Ephemeroptera con la ayuda del microscopio estereoscópico y las Claves correspondientes. Con estos registros se estimaron las variaciones temporales (mensual) y espaciales (Estaciones de estudio) y los índices de diversidad (H') y similaridad (S) de la comunidad analizada. Para estimar los valores de calidad de agua en el sector de una de las estaciones, se utilizó la Tabla de Staub (1970), cuya escala comprende valores de H' > 4.0 bits para aguas de alta calidad, hasta valores < 1.0 bits para aguas de muy baja calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las cinco estaciones seleccionadas (A1-A5) para el estudio de Efemerópteros, se colectaron cerca de 70600 ejemplares integrantes de la mesofauna dulceacuícola del río Albarregas. El número promedio de grupos taxonómicos (NT) fue mayor (33.1) en A3, mientras que en A5 se obtuvo el mayor número de ejemplares de MIB (NE = 18.934) debido a la dominancia de *Nais* sp (Oligochaeta) y *Physa* sp (Gasterópoda), dos indicadores de exceso de sustancias orgánica de origen no vegetal en el cuerpo de agua, con una relación promedio de 117.7 ejemplares por grupo (Tabla 1). En cambio, la estación A1 mostró el valor más bajo en esta relación: 29.3 ejemplares por grupo.

En las fluctuaciones mensuales, Enero, Marzo y Diciembre registraron el mayor número de taxa, mientras que el número más alto de ejemplares lo presentó Enero (NE = 23625). En Agosto se colectó el número más bajo en este renglón, con NE = 754 (Fig. 4). Los tres primeros meses del año y Diciembre, presentaron los valores más altos en la relación NE/NT (129.0 a 43.0). En estas variaciones, *Camelobaetidius* (Baetidae; Ephemeroptera) destaca por su alta representatividad en los dos primeros meses del año (77.4 %) e inicio de su recuperación a partir de Noviembre.



Fig. 3. Distribución esquematizada del sistema de cloacas de la Ciudad de Mérida. Diciembre, 1994. Estudio de OBHIDRA para HIDROANDES, hoy (2001) AGUAS DE MÉRIDA.

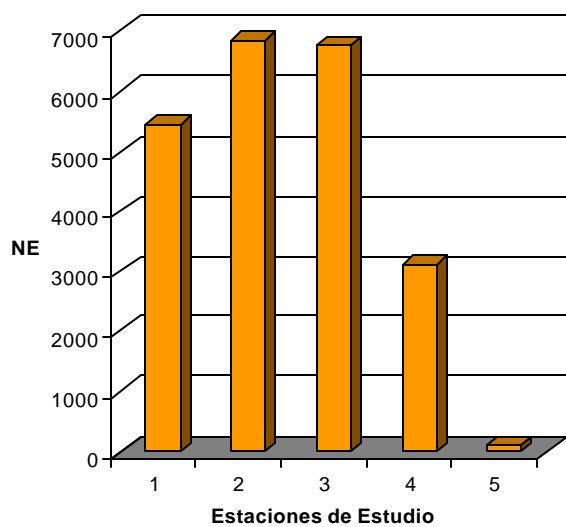


Fig. 4. Fluctuación espacial de los Ephemeropteras estudiados en el río Albarregas. Mérida, Venezuela. 1993.

El número de taxa y el número de organismos por taxa deben ser en principio, una respuesta a la interacción de cada una de las características físico químicas del agua como las señaladas en las Tablas 1 y 2. En este último grupo de datos se observan variaciones significativas entre los valores de A1-A5, con la probable excepción del pH (6.93 a 7.43) y OD (8.93 a 7.83 mg/ml). Las variaciones de pH y velocidad de la corriente (factor registrado para calcular el caudal), son considerados como determinantes en el número de organismos de un cuerpo de agua (Bazanti & Bambacigno, 1987). Al respecto observamos que entre Mayo y Septiembre (período lluvioso en el área), se obtuvieron los valores más altos de Q y los menores registros en NT y NE. En el presente estudio, las fluctuaciones de estas características no son muy evidentes debido a la condición torrentosa que se mantiene en el eje fluvial. Para el caso de OD, las correlaciones con las demás características físico químicas del ámbito acuático fueron altamente significativas (Tabla 3), a excepción de la velocidad de la corriente ($r = -.29$). La correlación opuesta, observada entre OD y NT ($r = .91$), OD y NE ($r = -.92$; $P < 0.005$, Prueba de «t»), parece ser un comportamiento normal de estas dos condiciones biológicas (número de grupos y número de ejemplares/grupo) frente a las características físico químicas seleccionadas en los sectores del río Albarregas (A1-A5). Esta relación también se podría considerar como una evidencia adicional de los complejos aspectos de interacciones que participan en un nivel determinado de diversidad biológica.

Tabla 1

Fluctuación mensual de los MIB colectados entre A1 y A5. Río Albarregas. Mérida, Venezuela. 1993.

Meses	A1	A2	A3	A4	A5
Enero	33 1990	30 3355	45 2885	46 7236	29 8159
Febrero	32 1065	30 2075	45 3240	35 1607	14 3208
Marzo	40 2350	43 2311	47 3395	29 572	10 833
Abril	35 1367	25 325	34 1250	25 362	9 1215
Mayo	17 112	29 327	14 74	24 227	6 311
Junio	23 483	39 1008	25 823	26 639	15 641
Julio	18 142	29 1396	36 290	28 132	12 579
Agosto	19 118	24 133	21 111	32 289	13 103
Septiembre	14 134	25 137	25 392	36 679	10 515
Octubre	27 463	18 123	31 413	23 652	16 400
Noviembre	30 345	20 136	41 1025	28 419	14 1137
Diciembre	33 853	45 1596	33 1939	36 661	13 1833

Cifras en primera línea significan: número de taxa (NT)
Cifras en segunda línea significan: número de ejemplares (NE)
A1 - A5: Estaciones de Estudio.

En la bibliografía consultada (Griffith, *et al.*, 2001) se utilizan las letras EPT, o Índice de Bioevaluación Rápida, para representar una forma de reconocer la buena calidad de agua a través de grupos animales representativos. Entre estos grupos se encuentran: Ephemeroptera, Plecoptera y Tricoptera (Tabla 4). En el sector A1-A5 del río Albarregas, la comunidad EPT es dominante y su condición como indicador biológico es reforzada y enriquecida por varios taxa adicionales que también se reconocen como indicadores de buena calidad de agua (Durant & Arellano, 1998). En coleópteros acuáticos se reconocieron a *Psephenus* sp, cinco géneros de la familia

Tabla 2

Características fisicoquímicas del agua en las Estaciones A1 - A5. Río Albarregas. Mérida, Venezuela. 1993.					
Características	A1	A2	A3	A4	A5
Altura (m)	2200	1900	1800	1700	1600
Temperatura (°C)	14.3 18.8	13.9 22.3	15.3 22.0	18.6 23.9	20.0 24.7
Alcalinidad (mg/ml)	3.58 0.49	3.58 0.43	4.00 0.57	4.50 0.87	4.83 0.80
pH	6.93 0.20	7.28 0.27	7.43 0.16	7.81 0.19	7.33 0.31
CO ₂ (mg/ml)	16.8 1.8	16.7 2.4	15.8 1.7	16.8 2.3	20.8 3.4
Dureza Total (mg/ml)	4.57 0.49	4.57 0.73	4.29 1.03	4.86 0.83	6.00 0.53
Oxígeno Disuelto (mg/ml)	8.93 0.32	8.82 0.55	8.73 0.60	8.32 0.51	7.81 0.48
Caudal (m3/seg)	4.46 2.28	4.08 1.94	3.56 1.66	5.86 3.89	5.01 3.92

En temperatura se presenta: mínima (primera cifra) y máxima (segunda cifra). Segunda cifra en las otras características: desviación estándar.

Elmidae, y *Atherix* sp del Orden Díptera. De acuerdo con estos registros, el índice antes mencionado debe complementarse como AEPT (*Atherix*, Elmidae, Ephemeroptera, Plecoptera, *Psephenus*, Tricoptera) para representar un Índice de Bioevaluación Rápida más completo y mejor adaptado a los ambientes dulceacuícolas del Trópico americano. La razón se fundamenta en que estos grupos faunísticos son tan sensibles a los cambios ambientales de origen exógeno, que se reconocen como los MIB intolerantes a la contaminación de los cuerpos de agua. Su presencia representa ambientes acuáticos con substrato rocoso, aguas con muy poca sustancia orgánica y con altas concentraciones de oxígeno disuelto.

De acuerdo con el material zoológico presentado en la Tabla 4 y en la Fig. 5, el 52% corresponde al Orden Ephemeroptera. En esta muestra se determinaron 10 de los grupos o taxa más ampliamente distribuidos en ríos, arroyos, quebradas, lagunas y lagos del Planeta (Armitage, *et al.*, 1983; Bazanti & Bambacigno, 1987; Domínguez, *et al.*, 1994) y en Venezuela (Flecker, 1992; Durant & Arellano, 1998). Baetidae es la familia más diversa y de más amplia distribución en las estaciones de estudio. En esta familia se reconocieron cinco géneros. *Baetodes* registra la más alta representatividad (52.2%; N = 11610) y uno de los tres grupos del Orden colectado en A5 (Tabla 5), y en consecuencia, uno de los AEPT más tolerantes a los

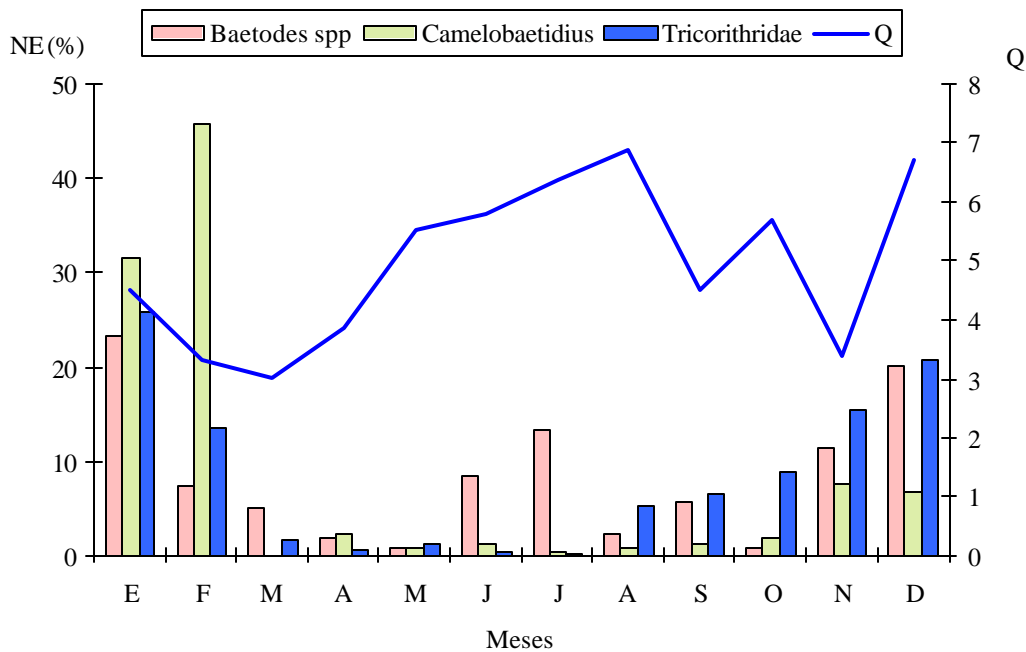


Fig. 5. Fluctuación de los tres taxa de Ephemeroptera más abundantes en las estaciones de estudio y su relación con el cauce. Río Albarregas. Mérida, Venezuela. 1993.

FENOLOGÍA DE EFEMERÓPTEROS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO ALBARREGAS.
MÉRIDA, VENEZUELA

Tabla 3

Relaciones entre las características fisicoquímicas del agua, número de grupos o taxa de MIB (NT) y número de ejemplares (NE) estudiados en A1-A5. Río Albarregas. Mérida, Venezuela. 1993.

	Alc	Tm	TM	pH	CO₂	DT	OD	Caud.	NG	NE
Alc	-	0.81	0.72	0.37	0.97	0.97	-0.77	0.92	-0.83	0.80
Tm		-	0.87	0.54	-0.96	-0.92	-0.86	0.87	-0.85	0.85
TM			-	0.73	0.93	0.97	0.88	0.74	-0.74	0.83
PH				-	0.92	0.90	-0.48	0.87	-0.17	0.46
CO ₂					-	0.99	-0.83	0.92	-0.91	0.87
DT						-	0.80	0.92	-0.91	0.84
OD							-	-0.81	0.91	-0.92
Caud.								-	-0.83	0.74
NG									-	-0.86
NE										-

Alc = Alcalinidad. Tm = temperatura mínima. TM = temperatura máxima. DT = dureza total. OD = oxígeno disuelto. Caud.= caudal. (Q). NT = número de grupos o taxa. NE = número de ejemplares.

Tabla 4

Variación espacial de los macroinvertebrados (MIB) estudiados en el río Albarregas. Mérida, Venezuela. 1993.

MIB	A1	A2	A3	A4	A5	Total
Coleoptera	466	474	473	275	0	1688
<i>Atherix</i> sp (Diptera)	358	255	164	38	0	815
Ephemeroptera	5443	6836	6754	3127	112	22272
Plecoptera	558	827	749	63	0	2197
Trichoptera	1631	2215	1408	1169	0	6423
<i>Nais</i> sp (Oligochaeta)	0	0	0	349	3893	4242
<i>Physa</i> sp (Gastropoda)	0	0	0	193	4934	5127

Tabla 5

Grupos de Ephemeropteros	Estaciones de Estudio				
	A1	A2	A3	A4	A5
Baetidae sp 1	315	225	232	60	0
<i>Baetis</i> sp	79	118	109	201	3
<i>Baetodes</i> spp	3427	3119	3479	1547	38
<i>Camelobaetidiusspp</i>	18	88	1271	677	40
<i>Moribaetissp</i>	81	420	325	57	7
Leptophlebiidae sp 1	207	95	102	1210	0
<i>Terpides</i> spp	92	208	126	36	0
<i>Thraulodes</i> spp	465	193	133	29	0
Tricorythridae sp 1	914	1276	930	205	0
<i>Triconythodes</i> spp	0	2	111	2	0

Ephemeropteros estudiados en A1-A5. Río Albarregas. Mérida, Venezuela 1993.

estresores ambientales. Debido al bajo número, es probable que *Baetis* sp (N = 3) y *Moribaetis* sp (N = 7) sean ejemplares arrastrados por la corriente en la oportunidad de las colectas y no habitantes de A5. También es posible pensar que *Baetodes* y *Camelobaetidius* sobrevivan en A5 con poblaciones mucho más reducidas que en las demás estaciones debido a la presencia de nuevos estresores ambientales como los indicados en la Fig. 3.

Tricorythidae sp 1 es el segundo grupo en abundancia (15 %; N = 3325) y *Triconythodes* sp es el otro componente de la familia con mayor abundancia en A3 (N = 111). Tres grupos efemerópteros de la familia Leptophlebiidae fueron exclusivos de las cuatro primeras estaciones. Leptophlebiidae sp 1 dominó en A4, mientras que el mayor número de *Terpidess* (N=208) y *Thraulodes* (N=193) se registró en A2. En atención a los datos de la Tabla 5, este último género, junto con Baetidae sp 1 y *Baetodes*, representan ejemplos de reducción numérica progresiva a medida que el cauce se acerca al área metropolitana de Mérida. A su vez, los totales más elevados se ubicaron en A2 (N=5744) y en A3 (N=6818), con una representatividad de 56.4 %. Estos registros son a su vez coincidentes con valores más elevados del Índice de Diversidad de Shannon (H') con 4.49 y 4.82 bits para las estaciones respectivas. De los 10 taxa determinados, *Triconythodes* sp no se colectó en A1 y en A5 sólo se registraron cuatro de estos 10 grupos. La comunidad Efemeróptera de A5 presentó la menor diversidad (H' = 1.26) y la más baja similaridad (S = 0.57). Estos registros podrían obedecer al efecto de dos condiciones identificadas en las áreas de estudio. El sector A1-A4 tiene mayor cobertura vegetal que influencia el dinamismo de la comunidad dulceacuícola debido al control en los cambios de temperatura del agua y al aporte de fuentes alóctonas de energía a través de la hojarasca ribereña.

El relieve a través del cual se desplaza el cauce es de pendientes muy pronunciadas (>50 %). Esta característica mantiene la condición torrentosa del río, facilita la constante oxigenación del cuerpo de agua y la mezcla permanente de nutrientes. La condición pedregosa del substrato exige estrategias especiales en los integrantes de la comunidad bética: uñas, hilos y/o forma corporal especial para evitar el arrastre y un sistema branquial diseñado para funcionar en estas condiciones de torrenteras o ambientes de aguas rápidas. El agua de un cauce como éste, es la más apropiada para el consumo humano. Además de Efemerópteros, otros MIB están adaptados a estas condiciones (*Elmidae*, *Psephenus* sp, *Atherix* sp) y en consecuencia, se les evalúa como indicadores de buena calidad de agua. De acuerdo con la escala de Staub (1970), ellos entran a esta categoría debido a que las comunidades analizadas tienen un índice de diversidad por encima de 4.0 bits y en consecuencia, el agua representa el menor riesgo para ser consumida por el género humano.

En cambio, las estaciones A5 y siguientes presentan cobertura vegetal ribereña reducida, cauce más lento debido

a la menor pendiente y además, es el área donde se intensifican las descargas cloacales (Fig. 3) de un sector de la ciudad (N = 49). Este último factor modifica las características biológicas del cuerpo de agua, debido a exceso de sustancia orgánica de origen humano, con el resultado de un cambio muy desfavorable para las comunidades intolerantes analizadas anteriormente, pero muy apropiados para organismos tolerantes a este tipo de contaminación o estresores ambientales, como los que inician su aparición a partir de A4. En este caso se registró un número alto de organismos por taxón y un número de taxa mucho más reducido. Estas condiciones identifican a un cuerpo de agua contaminado. En consecuencia, las comunidades de estos tipos de hábitats se reconocen como indicadores de aguas de mala calidad.

Los criterios de abundancia, número y tipos de taxa y diversidad también permiten establecer algunas apreciaciones dentro de la comunidad de Efemerópteros. Observamos que por lo menos *Baetodes* y *Camelobaetidius* son dos de los integrantes de la familia Baetidae más tolerantes en base a su presencia en A5 y a su registro en cada una de las colectas mensuales (Fig. 5). El primer taxón es un indicador de calidad de agua mucho más definido que el segundo, ya que su número es cada vez menor en las colectas de A1-A5. Este tipo de comportamiento es más acentuado en *Thraulodes* (Leptophlebiidae) debido a su ausencia en A5, al igual que los cinco géneros restantes que no tienen registros en esta estación. En condiciones diferentes se encuentran las especies de *Triconythodes*, las cuales no se colectaron en A1 ni en A5. Además, son las menos abundantes (0.5 %) de los taxa determinados.

La diversidad estimada para esta comunidad de Efemerópteros, también presenta algunos registros de interés. La diversidad más alta se obtuvo en A3, ubicada a 1800 msnm, con buena cobertura vegetal y más cerca de la entrada al área metropolitana. A1 y A2 se ubicaron dentro y en la periferia del bosque nublado «Monte Zepa». Los valores de diversidad en las comunidades de estos dos sectores (4.07 y 4.49, respectivamente), fueron más bajos que el correspondiente a A3 (4.82). En Durant & Arellano (1998) se señala la presencia de *Nemanogenia lacumm* (Ocnerodrilidae; Oligochaeta), *Anacroneuria* sp (Perlidae; Plecóptera) y otros MIB que se alimentan de la hojarasca que llega al cauce desde la vegetación ribereña. Por lo tanto, esta sustancia orgánica de origen vegetal presentaría alguna limitante para los grupos que dominan en A3. Condición que podría ser más favorable para grupos como Baetidae sp 1 o para *Thraulodes* sp, por ejemplo, que para *Camelobaetidius* sp, *Moribaetis* o *Triconythodes* (Tabla 5, Fig. 5).

En atención a estas observaciones, el estudio de Efemerópteros en cuanto a las variaciones de su abundancia

en las estaciones seleccionadas y en las colectas mensuales, debe ser integrado al análisis de la ecología poblacional de cada uno de los taxa determinados, con programas de seguimiento anual o bianual. En esa forma, los registros obtenidos se transformarían en una fuente de información que es necesaria para un eficiente y seguro manejo del recurso agua.

RECOMENDACIONES

Para que esta fuente productora de agua de buena calidad no se reduzca o desaparezca, se ha recomendado desde 1980, lo siguiente: 1. La normativa de uso de las aguas del río Albarregas debe cumplirse de acuerdo con los estudios de la realidad ambiental de la subcuenca. 2. Construcción de colectores marginales en Albarregas y en Milla (afluente del Albarregas), complementados con la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas cerca de la desembocadura del Albarregas en el Chama. 3. Creación, mantenimiento y desarrollo de los Parques Urbanos Este-Norte y Norte-este para proteger las subcuencas del Mucujún, Milla, Albarregas y Pedregosa y diversificar las fuentes de recreación natural para los residentes del área metropolitana de Mérida. 4. Creación, enriquecimiento y diversificación de «Bosques Rivereños» o franjas boscosas de 15 a 30 m de ancho para que los sectores de los ríos mencionados, con agua de calidad pobre, se transformen en sectores con agua de alta calidad biológica. Las franjas arbóreas deben estar asociadas a lagunas marginales o periféricas que reduzcan la llegada de los sedimentos a los cuerpos de agua. 5. La comunidad humana establecida en las subcuencas, debe ser integrada al proyecto de conservación a través de un programa educativo integral y permanente (Durant, 1980; Gabaldón, 1980; Jugo, 1995; Durant & Arellano, 1998

RECONOCIMIENTOS

Este Manuscrito es parte de una Tesis de Maestría elaborada en el Centro Interamericano de Desarrollo Ambiental y Territorial (CIDAT). Mérida, Venezuela, financiada en parte por una beca del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) al primer autor, y el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de los Andes (CDCHT-ULA) bajo el Código C-626-93-091-F. Los Profesores Miguel Cabezas, Guillermo Bianchi, Elida J. Arellano y Amelia Díaz de Pascual, facilitaron la ayuda académica y orientaciones en el desarrollo del trabajo experimental y cálculos estadísticos. A estas Instituciones y personas, los autores agradecen su valiosa colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

ARAUJO, Z. 1955.- Evolución de los cambios de tipo formal del uso de la tierra en la cuenca del Río Albarregas en un período de 32 años. Escuela de Geografía. Univ. de Los Andes. Mérida, Venezuela. 28 págs.

ARMITAGE, P. D.; D. MOSS; J. F. WRIGHT & M. T. FURSE. 1983.- The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running water sites. *Water Res.*, 17 (3): 333 - 347.

BAZANTI, M. & F. BAMBACIGNO. 1987.- Chironomidae as water quality indicators in the river Mignona (Central Italy). *Hydrobiol. Bull.*, 21 (2): 213 - 222.

DURANT, P. 1980. Zonas verdes y parques urbanos para Mérida. pp 35 - 47. En: Castillo, J. B. (Ed.). *Primeras Jornadas Ecológicas de Mérida*. Publs. Rec. Univ. de Los Andes. Mérida, Venezuela.

DURANT, P. & Elida J. ARELLANO. 1998.- Calidad de agua del río Albarregas (Mérida, Venezuela) y su condición para consumo humano a partir del año dos mil. *FUNDACITE*. Mérida. 64 págs.

EWEL, J. J.; A. MADRID & J. A. TOSI. 1976.- Zonas de vida de Venezuela. *MAC.FONAIAP*. Caracas, Venezuela. 265 págs.

FLECKER, A. 1992. Fish predation and evolution of invertebrate drift of periodicity: evidences from neotropical streams. *Ecology*, 73 (2): 438 - 448.

GABALDÓN, F. 1980.- Ambiente y Salud. Suministro y disposición de aguas servidas para Mérida. pp 51 - 59. En: Castillo, J. B. (Ed.). *Primeras Jornadas Ecológicas de Mérida*. Publs. Rec. Univ. de Los Andes. Mérida, Venezuela.

GRIFFITH, M. B., P. R. KAUFMANN, A. T. HERLYLI, & B. H. HILL. 2001.- Analysis of macroinvertebrate assemblages in relation to environmental gradients in rocky mountain streams. *Ecolog. Applies.*, 11 (2): 489-505.

GRIMALDO, J. 1990.- Refugio de Fauna "Monte Zerpa". Informe técnico preliminar. Proyecto I.I.E.S. de Ecología de los Andes Venezolanos. Fac. de Economía. ULA. Mérida, Venezuela. 24 págs.

JUGO, L. 1995. Ríos y Municipios como proyectos socio-ambientales. Mérida, Venezuela. 70 págs.

MELLAMBY, K., 1986.- Biological indices of freshwater pollution and environmental management. *Elsevier Applied Science Pubs*. N.Y. 441 págs.

SCHOWEBEL, F. 1975.- Métodos de Hidrobiología. Edis. Blume. Madrid. España. 262 pp.

SILVA, G. A. 1993.- Estudio de la disponibilidad de agua para abastecimiento del área metropolitana de Mérida. Estado Mérida. *MARNR*. Mérida. 18 pp.

STAUB, R., A. J. HAFTTETTERS, & I. HASS. 1970.- The effects of industrial wastes of Memphis and Shelby Country on primary planktonic procedures. *Biociencia*, 20: 905-912-

TAMAYO, F. 1975. Ecosistemas con flora leñosa de Venezuela. *Rev. de Educación*, 37 (157 - 158): 55 - 77.

WILHM, J. L. 1979.- Biological indicators of pollution. pp. 375-402. In: James, A. & L. Evison (Eds.). *Biological indicators of water quality*. J. Wiley & Sons. Ltd. N.Y.

CIRES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN
Y REPRODUCCIÓN DE
ESPECIES SILVESTRES

Revista de ECOLOGÍA LATINOAMERICANA

Héctor F. AGUILAR, Editor

La **Revista de ECOLOGÍA LATINOAMERICANA**, es una publicación científica, indexada internacionalmente, los idiomas oficiales de publicación son el Castellano, Portugués, Francés e Inglés, todos con un Abstract en Inglés; los artículos se editan en un volumen por año. Todos los artículos son rigurosamente arbitrados internacionalmente, una vez aceptados para su publicación, se envían por vía electrónica los Títulos y Resúmenes a nuestra lista internacional <recol@ciens.ula.ve>, (para suscribirse a la lista envíe el mensaje: **To: majordomo@ciens.ula.ve** cuerpo del mensaje: **subscribe recol su@e-mail**). Cuando se cierra cada volumen Ud. habrá recibido el acumulado correspondiente, luego se procede a la impresión para ser enviado por vía aérea a nuestros suscriptores, al mismo tiempo se colocan Títulos, Resúmenes, Palabras Clave y la Bibliografía para ser accedidos desde cualquier parte del mundo en la página Web en la dirección URL:

<http://www.ciens.ula.ve/~cires>

ÁREAS DE INTERÉS

Ecología Animal, Vegetal y Humana. Ecología Marina. Etnología. Ecofisiología Animal y Vegetal. Centros de Endemismos, Refugios, Humedales, Estuarios, Reservas Forestales o de Fauna, Especies, Manejo de Bosques Naturales. Conservación de Ecosistemas y Especies. Especies en Consideración. Etnobotánica. Etnozoología. Biodiversidad. Historia Natural. Estadística, Teoría Ecológica. Modelos Ecológicos, Ecología Aplicada: Invertebrados, Ornitología, Mastozoología, Herpetología, Entomología, Ictiología, Biología Marina. Sistemática. Taxonomía. Comunidades animales y Vegetales. Patrones y Procesos en Ecosistemas. Contaminación Ambiental. Análisis Ambiental. Control Ambiental. Cambios Globales. Ecología de Poblaciones. Dinámica de Poblaciones. Agroecología. Ciclos de Nutrientes. Manejo de Vida Silvestre. Biogeografía. Evolución. Coevolución, Interacción Planta-Animal. Inventarios. Impacto Ambiental. Áreas Protegidas. Control Biológico. Calidad de vida. Calidad de Agua. Limnología. Ecología de Aguas Dulces. Desarrollo sustentable. Conservación. Eventos y Comentarios a Libros.

La Revista de ECOLOGÍA LATINOAMERICANA es una publicación internacional, indexada en el Biological Abstracts, Zoological Records, Chemical Abstract Serv. Coden: RECLEQ, CABI Biobase, Elsevier Science BV, Current Awareness in Biological Science, Elsevier Geo Abstracts, Current Advances in Ecological and Environmental Sciences, Wildlife Review Abstracts, Fisheries Review, NISC Colorado, Cambridge Scientific Abstracts CSA, Lynx Edition, Ulrich International Periodicals Directory, Dewy.

CALENDARIO DE PUBLICACIÓN

30 DE ABRIL

31 DE AGOSTO

20 DE DICIEMBRE

FORMA DE ENVÍO DE LOS ARTÍCULOS

Los artículos deben enviarse impresos por duplicado y un diskette acompañados de una carta dirigida al Editor, solicitando sean considerados para su publicación en la **Revista de ECOLOGÍA LATINOAMERICANA**. Al cabo de dos meses recibirá la carta de aceptación o las consideraciones correspondientes de los árbitros. Los artículos deben enviarse en diskette, en un formato de procesador de texto conocido (WordPerfect, Wordstar, MS-Word for Windows) especificando la versión, igualmente gráficos o dibujos. Las ilustraciones, fotografías e imágenes deben digitalizarse a una resolución no menor de 300 DPI (fotografías en 600 DPI y 256 colores) y almacenarse en formatos tales como TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. u otros igualmente conocidos, debe enviarnos las fotografías originales (resérvese los negativos). También pueden enviarse por vía electrónica (uu-encoded, attached, etc.) para lo cual agradecemos ponerse en contacto previamente con nosotros a través de nuestra dirección de correo electrónico: **cires@CIENS.ULA.VE** Precio de Publicación 20\$ US por página impresa. *Para la suscripción Institucional, cualquier miembro de la Institución debe recomendar por escrito a la Biblioteca, la suscripción de la revista.* RECOL puede adquirirse por suscripción institucional impresa 90\$ US. Suscripción particular 50 \$ US mediante la secretaría del CIRES o con su distribuidor autorizado:

CIRES
P.O. BOX 397
MÉRIDA 5101
VENEZUELA
FAX: (+58 74) 71 29 39

SWETSZEITLINGER BV
P. O. Box 830
2160 SZ Lisse / HOLLAND
Tif. +31 252 435 111
FAX: +31 252 415 888

EBSCO INDUSTRIES
TITLE INFORMATION DEPT.
P.O. BOX. 1431 BIRMINGHAM
AL U.S.A. 35201-1431
FAX: (205) 995-1586

CIRES * PO BOX 397 * MÉRIDA 5101 * VENEZUELA * FAX: (+58 74) 71 29 39 * cires@ciens.ula.ve
