

LOS INSECTOS TRICOPTEROS COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS DE BIZKAIA. SUBCUENCA DEL ARRATIA Y DEL INDUSI

A. Basaguren
& E. Orive (*)

RESUMEN

Los tricópteros, uno de los órdenes de insectos mejor representados en los sistemas fluviales de Bizkaia, han sido utilizados para caracterizar diferentes tramos y ríos de la cuenca del Arratia y del Indusi. Estos organismos, que son buenos indicadores biológicos, responden mediante cambios en la composición y estructura de sus poblaciones, a los distintos tipos de alteraciones que sufren los ríos de esta cuenca.

SUMMARY

Trichoptera, one of the insect orders better represented in the fluvial systems of Bizkaia, have been used to characterize the different reaches and streams from the Arratia and Indusi river basins. These organisms, which are one of the best biological indicators, respond by means of changes in their composition and assemblages of their populations to the different kinds of perturbations that support the rivers of this basin.

LABURPENA

Trikopteroak, Bizkaiko ibai-sistemetan kopuru handienetan aurkitzen diren intsektuen ordenetariko bat, Indusi eta Arratiako arroen ibai eta tramo desberdinen karakterizazioa burutzeko erabili dira izaki hauen, oso indikatzailerak izanik, populazioen konposaketa eta egitura-aldaketan bidez erantzuten dute arro honetako ibaiek jasaten duten aldaketa desberdinen aurrean.

(*) Laboratorio de Ecología. Facultad de Ciencias. Apdo 644. 48080 Bilbao.

INTRODUCCION

El río Ibaizabal está muy contaminado desde su origen, como se deduce de la utilización de indicadores de calidad tanto químicos (ORIVE *et al.*, 1989), como biológicos (BARGOS *et al.*, 1990). Sin embargo, muchos de sus afluentes están relativamente poco alterados, manteniéndose en ellos las poblaciones piscícolas y de macroinvertebrados características de estos hábitats. Entre los afluentes más importantes del Ibaizabal están los ríos Arratia e Indusi que, aunque se ven afectados por los usos del suelo de su entorno (regulación fluvial, agricultura, industrias, etc.), aún conservan algunos tramos y arroyos en buenas condiciones como para que se distribuyan los insectos tricópteros, uno de los grupos de insectos acuáticos más utilizados como indicadores en ríos de estas características (GIUDICELLI *et al.*, 1980; BOURNAUD *et al.*, 1982; HIGLER & TOLKAMP, 1983; FAESSEL, 1985; GARCIA DE JALON, 1986).

MATERIAL Y METODOS

Características generales del área de estudio

La cuenca del Arratia tiene una extensión de unos 132,88 km². El río Arratia tiene su origen en varios arroyos procedentes del Gorbea (1.475 m.), estando su tramo superior regulado mediante la presa de Undurraga, que recibe aguas de los embalses del sistema del Zadorra.

En Villaro confluye el arroyo Gorbea, procedente de la campa de Arraba y posteriormente, en Yurre, recibe las aguas de su principal afluente, el río Indusi, procedente de los montes Altungane (765 m.) y Saibigain (800 m.), que circula a través del valle de Dima, paralelo al río Arratia y separado de éste por la Sierra de Urri (582 m.). Tras un recorrido aproximado de 25 km., el Arratia confluye en Lemona con el Ibaizabal.

Los valles de Arratia y Dima muestran un aprovechamiento agropecuario con bosques autóctonos y repoblaciones de pinos en sus partes más altas y con prados y cultivos en las zonas más bajas próximas al cauce.

La composición geológica del terreno por el que discurren las aguas de esta cuenca son principalmente de constitución areniscosa, arcillosa y caliza. En los tramos más bajos, los ríos Arratia e Indusi atraviesan terrenos aluviales.

En general, las aguas que vierten a esta cuenca están bien oxigenadas y se van enriqueciendo en sales con la distancia al origen. En verano, con el descenso del caudal, se aprecia una disminución del contenido de oxígeno, observándose valores por debajo de la saturación, siendo también en esta época cuando se observan mayores concentraciones de sales en disolución. El arroyo Oba, afluente del Indusi, debido a los vertidos contaminantes que recibe al atravesar la localidad de Dima, presenta en todas las épocas los valores más elevados de cloruros, sulfatos, fosfatos y sales nitrogenadas de toda la cuenca (ORIVE *et al.*, 1989).

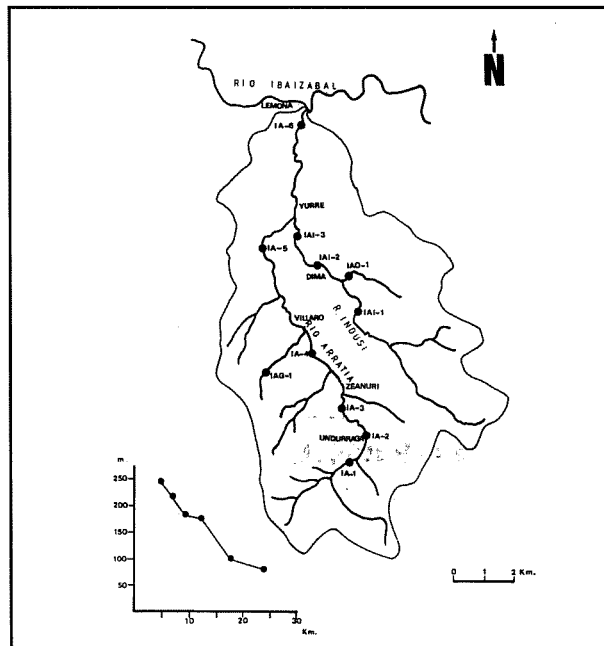


Figura a. Subcuenca del Arratia y del Indusi. Perfil altitudinal del río Arratia.

Toma de muestras

Se situaron 11 estaciones de muestreo en la subcuenca del Arratia y del Indusi (Figura 1), que se visitaron en cuatro épocas del año.

La toma de muestras de macroinvertebrados se realizó con una red de mango tipo Kick, mediante transectos en las zonas de rápidos del río. Posteriormente, la muestra se cribaba con mallas de 200 µm de apertura, cuantificándose el total de los organismos menos abundantes y una submuestra de los más abundantes.

RESULTADOS Y DISCUSION

En esta cuenca se han identificado un total de 31 especies (Tabla 1), habiendo aparecido 20 en el Arratia y 23 en el Indusi.

La estación IA-2 se ve muy afectada por el trasvase de agua procedente del sistema del Zadorra, lo que impidió la recogida de muestras en este tramo en primavera y otoño. En verano se reduce el aporte, pero las poblaciones de tricópteros no se recuperan, encontrándose en baja densidad.

No se encontraron tricópteros en primavera ni en otoño en el último tramo del río Arratia (IA-6) como consecuencia del deterioro que sufren las aguas de este río a su paso por Yurre. En verano presenta una taxocenosis muy pobre constituida por *Hydropsyche exocellata* y *Polycentropus flavomaculatus*. Por efecto, también, de la contaminación no se encontraron tricópteros en otoño en el río Oba.

Algunas especies como *Hydropsyche siltalai*, *Rhyacophila relictia*, *Polycentropus flavomaculatus* y *Psychomyia pusilla*,

TABLA 1
LISTA Y CODIGO DE ESPECIES

RHDE:	<i>Rhyacophila denticulata</i>
RHEA:	<i>Rhyacophila eatoni</i>
RHIN:	<i>Rhyacophila intermedia</i>
RHMA:	<i>Rhyacophila martynovi</i>
RHRE:	<i>Rhyacophila relictata</i>
GLOS:	<i>Glossosoma spoliatum</i>
SYNA:	<i>Synagapetus sp.</i>
HYDR:	<i>Hydrotilla spp.</i>
WORM:	<i>Wormalia subnigra</i>
PHIL:	<i>Philopotamus montanus</i>
HYBU:	<i>Hydropsyche bulbifera</i>
HYDI:	<i>Hydropsyche dinarica</i>
HYEX:	<i>Hydropsyche exocellata</i>
HYLO:	<i>Hydropsyche lobata</i>
HYPE:	<i>Hydropsyche pellucidula</i>
HYSI:	<i>Hydropsyche siltalai</i>
PLGE:	<i>Plectrocnemia geniculata</i>
POFL:	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>
POKI:	<i>Polycentropus kingi</i>
PSPU:	<i>Psychomyia pusilla</i>
TIWA:	<i>Tinodes waeneri</i>
MICR:	<i>Micrasema moestum</i>
SINI:	<i>Silo nigricornis</i>
SIPI:	<i>Silo piceus</i>
POTA:	<i>Potamophylax latipennis</i>
HALE:	<i>Halesus radiatus</i>
CHAE:	<i>Chaetopteryx villosa</i>
MYST:	<i>Mystacides azurea</i>
SERI:	<i>Sericostoma selysii</i>
ODON:	<i>Odontocera albicorne</i>
BERA:	<i>Beraea maura</i>

se distribuyen ampliamente por la cuenca, mientras que las demás especies están limitadas a ciertos tramos de los ríos o arroyos.

Hydropsyche siltalai es muy abundante y coexiste con otras especies congéneres como *Hydropsyche pellucidula*, *Hydropsyche bulbifera*, *Hydropsyche lobata* e *Hydropsyche exocellata*, que muestran una distribución más restringida dentro de la cuenca. Mientras que en otros ríos de Bizkaia *Rhyacophila relictata* y *Rhyacophila denticulata* coexisten y ambas especies presentan elevadas densidades, en la cuenca del Arratia *Rhyacophila relictata* domina sobre *Rhyacophila denticulata*.

El sistema de presas que regula el caudal del río Arratia hace que este río se encuentre sometido a fuertes fluctuaciones de caudal, produciéndose en las épocas lluviosas grandes avalanchas de agua que reducen las poblaciones de macroinvertebrados. Las densidades más elevadas de tricópteros se obtuvieron en verano, con un máximo de 6.479 individuos/muestra, en el tramo superior del Arratia (estación IA-1). En esta época domina *Hydropsyche siltalai* debido al desarrollo de una nueva generación de individuos juveniles. Las condi-

ciones más estables del caudal durante el verano reducen la deriva permitiendo la permanencia de un mayor número de individuos. Sin embargo, el muestreo de otoño coincidió con el período de lluvias que se registró durante la segunda parte de la campaña, y la regulación del caudal provocó un descenso de la densidad de los tricópteros, que se vieron afectados

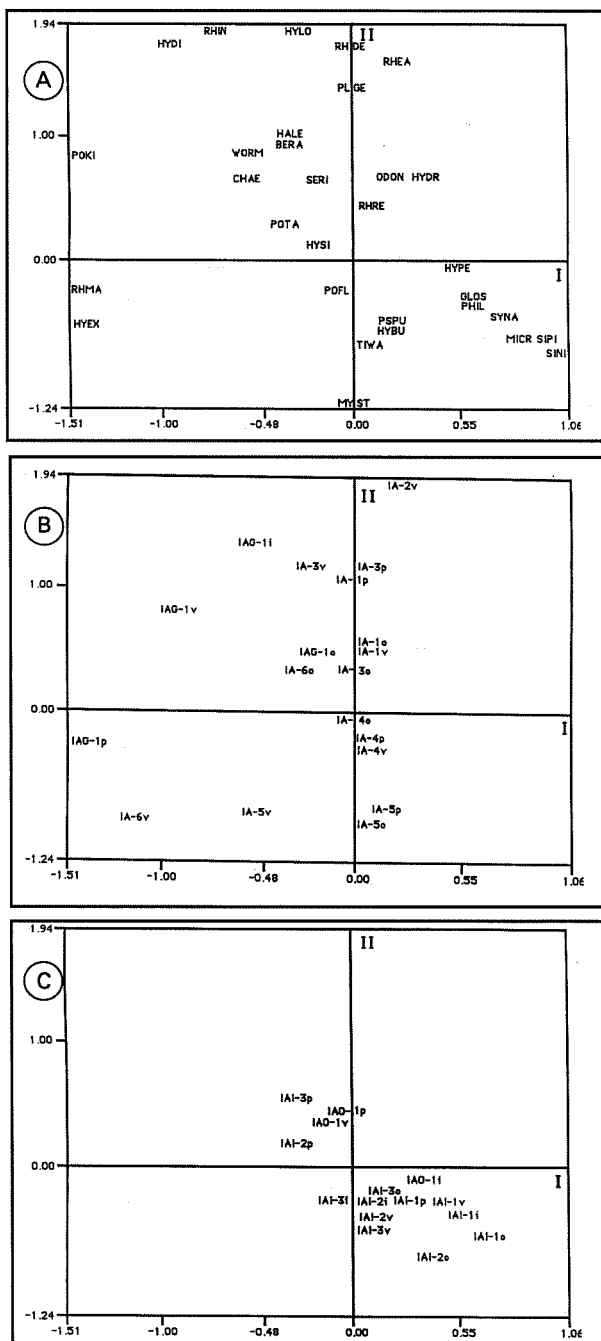


Figura 2. Situación de las especies y de las muestras en el plano factorial del A.C.F. A) Situación de las especies B) Ríos Arratia y Gorbea C) Ríos Indusi y Oba.

por la deriva. Las taxocenosis más ricas y diversificadas de la cuenca se encontraron en el tramo superior del río Indusi (IAI-1) con un máximo de 12 especies en otoño.

Los resultados del análisis de ordenación de la cuenca en base a las taxocenosis de tricópteros se presentan en la Figura 2 que muestra la distribución de las especies (31) y de las muestras (34) en el plano formado por los dos primeros ejes factoriales del análisis que explican en conjunto el 26,64% de la varianza. Para presentar la información de forma más clara se han representado el río Arratia y el río Indusi por separado.

En función del primer factor se colocan en el extremo negativo las muestras tomadas en el arroyo Gorbea (IAG-1), opuestas a las muestras del tramo superior del Indusi (IAI-1) que se sitúan en el extremo positivo. Las especies que presentan contribuciones más elevadas sobre este eje son *Polycentropus kingi*, *Rhyacophila martynovi* e *Hydropsyche exocellata* que se distribuyen en la parte negativa y *Synagapetus* sp., *Micrasema moestum*, *Silo piceus* y *Silo nigricornis* que lo hacen en el extremo positivo, caracterizando al tramo superior del río Indusi (estación IAI-1).

A lo largo del eje II se distribuyen las muestras recogidas en el eje principal del río Arratia, observándose una sucesión longitudinal de las estaciones. Las especies que presentan contribuciones más elevadas sobre este eje son *Rhyacophila denticulata* y *Rhyacophila eatoni*, que se sitúan en el extremo positivo caracterizando a los tramos altos del río Arratia y *Psychomyia pusilla* e *Hydropsyche bulbífera*, que se sitúan en el extremo negativo, caracterizando a los tramos bajos del río.

Las muestras recogidas en la estación IA-1 situada aguas arriba de la presa de Undurraga y las de la estación IA-3, situada bajo la misma, se distribuyen en la parte positiva del eje II. Estos tramos presentan taxocenosis semejantes compuestas entre otras especies por *Sericostoma selysii*, *Hydropsyche siltalai*, *Rhyacophila eatoni*, *Rhyacophila relicta*, *Plectrocnemia geniculata* *Hydroptila* spp. y limneflidos como *Chaetopteryx villosa*, *Halesus radiatus* y *Potamophylax latipennis*.

Las muestras procedentes del tramo IA-4 se sitúan próximas al eje de coordenadas y las recogidas en el tramo IA-5 en el extremo negativo del eje. Ambos tramos presentan una taxocenosis compuesta por *Hydropsyche siltalai*, *Hydropsyche bulbífera*, *Psychomyia pusilla* y *Polycentropus flavomaculatus*, entre otras especies. Desplazado hacia la izquierda del plano se encuentra el último tramo del Arratia (IA-6) caracterizado por la presencia de *Hydropsyche exocellata* (especie que puede habitar en aguas de elevada contaminación y que presenta elevada contribución sobre el eje I).

El análisis permite observar en el plano las diferencias que existen en la composición faunística de las taxocenosis de los tramos altos de la cuenca. En el arroyo Gorbea se encuentran algunas especies comunes a las de los tramos superiores del río Arratia, pero además presenta otras especies como *Rhyacophila martynovi*, *Wormaldia subnigra*, *Rhyacophila intermedia* e *Hydropsyche dinanica* que son exclusivas de este arroyo. La variabilidad estacional en la composición faunística que presenta este arroyo hace que algunas muestras se sitúen en el extremo positivo del eje I y otras, por su mayor

afinidad con las de los tramos superiores del Arratia, se distribuyen en la parte positiva del eje II. El río Indusi, por el contrario, se sitúa en la parte positiva del eje I y negativa del eje II mientras que los tramos que suceden a la cabecera del Indusi, por afinidad en la composición de sus taxocenosis, se sitúan próximos a los tramos medios del Arratia.

Se han realizado correlaciones entre las coordenadas de la ordenación de las muestras mediante el análisis factorial de correspondencias y variables físico-químicas seleccionadas cuyos resultados se presentan en la Tabla 2.

El eje I está correlacionado significativamente ($P < 0,01$), de forma positiva, con la pendiente y, en menor medida ($P < 0,05$), negativamente con la dureza y la altitud. El eje II presenta una correlación significativa ($P < 0,01$) con la distancia al origen de los cursos de agua y, en menor grado ($P < 0,05$), con la altitud.

Los dos ejes factoriales del análisis presentan correlaciones con factores físicos que están muy relacionados entre sí, como pendiente, distancia al origen y altitud. Sin embargo, a diferencia de otras cuencas de Bizkaia (BASAGUREN & ORIVE, 1989; 1990), prácticamente no presentan correlaciones con las variables químicas debido, probablemente, a las menores fluctuaciones que presentan las características químicas de esta cuenca.

TABLA 2

Valores del coeficiente de correlación de Pearson entre las coordenadas de la ordenación de las muestras mediante el A.F.C. y variables físico-químicas. **=($P < 0,01$), *=($P < 0,05$).

VARIABLES	F1	F2
ALTITUD	-0,344 *	0,395 *
PENDIENTE	-0,549 **	-0,013
CAUDAL	0,166	0,018
DIST. ORIGEN	0,108	-0,465 **
TEMPERATURA	-0,238	-0,002
PH	-0,071	-0,023
OXIGENO	0,090	-0,151
CONDUCTIVIDAD	-0,202	0,026
ALCALINIDAD	-0,300	0,024
DUREZA	-0,340 *	-0,134
COLORO	0,047	-0,063
SULFATOS	-0,149	0,258
FOSFATOS	-0,170	-0,257
NITRITOS	0,013	-0,116
NITRATOS	0,147	0,108
AMONIO	0,197	-0,143
SILICATOS	-0,164	-0,015
M.O. SUSP.	-0,134	0,305
M.O. SED.	0,073	-0,062

CONSIDERACIONES FINALES

La distribución de los tricópteros en un sistema fluvial responde a factores bióticos y abióticos. La ordenación de la cuenca del Arratia y del Indusi en base a estos insectos permite diferenciar cuatro asociaciones de diferente significación ecológica.

Polycentropus kingi, *Rhyacophila martynovi*, *Wormaldia subnigra*, *Rhyacophila intermedia* e *Hydropsyche dinarica*, especies fuertemente estenoicas y estenotópicas que habitan en pequeños arroyos de fuerte pendiente con aguas limpias y oxigenadas, caracterizan el arroyo Gorbea.

Otra asociación constituida por *Synagapetus* sp., *Micrasema moestum*, *Silo piceus* y *Silo nigricomis*, también organismos indicadores de aguas limpias, caracteriza al río Indusi. A diferencia con el grupo anterior, estos organismos requieren un enriquecimiento de nutrientes en el medio que favorezca el desarrollo de perifiton que utilizan para su alimentación.

El tramo superior del Arratia está caracterizado por organismos de amplia distribución en Bizkaia como *Rhyacophila denticulata*, *Rhyacophila relictata*, *Sericostoma selysii* e *Hydropsyche siltalai*.

Finalmente, el tramo medio y bajo del Arratia se caracteriza por una asociación constituida por especies indicadoras de aguas eutrofizadas como *Psychomyia pusilla*, *Hydropsyche bulbifera*, *Polycentropus flavomaculatus* e *Hydropsyche exocellata*.

A excepción del tramo inferior del Arratia y el arroyo Oba donde no se encontraron tricópteros en alguna de las épocas del año, a consecuencia de los vertidos procedentes de Yurre y Dima, por lo general, las aguas que discurren por esta cuenca presentan buena calidad.

Sin embargo, el sistema de presas que regula el caudal del río Arratia provoca fuertes fluctuaciones de caudal y produce grandes avalanchas de agua que reducen las poblaciones de tricópteros al ser afectadas por la deriva. Pocas especies pueden adaptarse a este amplio rango de variaciones diarias de la velocidad de corriente, por lo que muchas de ellas están limitadas o son eliminadas y el resultado es una baja densidad y diversidad de tricópteros en épocas lluviosas. Durante el verano, las condiciones estables del caudal reducen la deriva y permiten la puesta, eclosión y desarrollo de nuevos individuos, encontrándose entonces elevadas densidades de organismos. Con el comienzo de las lluvias en otoño, la regulación del caudal provoca de nuevo un descenso de la densidad de estos organismos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de "Estudio hidrobiológico de los ríos de Bizkaia", realizado en los Laboratorios de Ecología y Zoología de la UPV/EHU y financiado por la Diputación Foral de Bizkaia.

REFERENCIAS

BASAGUREN, A. & ORIVE, E. 1989: Spatio-temporal changes in the caddisfly (Trichoptera) communities of the river Lea basin (Basque Country, North Spain). *Annls Limnol.* 25: 61-68.

BASAGUREN, A. & ORIVE, E. 1990: The relationship between water quality and caddisfly assemblage structure in fast-running rivers. The river Cadagua basin. *Environmental Monitoring and Assessment*, 15: 35-48.

BARGOS, T.; MESANZA, J. M.; BASAGUREN, A. & ORIVE, E. 1990: Assessing river water quality by means of multifactorial methods using macroinvertebrates. A comparative study of main water courses of Biscay. *Wat. Res.* 24: 1-10.

BOURNAUD, M.; TACHET, H. & PERRIN, J. F. 1982: Les Hydropsychidae (Trichoptera) du Haut-Rhône entre Genève et Lyon. *Annls. Limnol.*, 18: 61-80.

FAESSEL, B. 1985: Les Trichoptères. Données biologiques, éthologiques et écologiques. Clés de détermination larvaire des familles et des principaux genres de France. *Butl. Fr. Pêche Piscic.*, 299: 1-41.

GARCIA DE JALON, D. 1986: Los Hydropsychidae (Trichoptera) de la cuenca del Duero. *Boletín Asoc. esp. Entom.*, 10: 127-138.

GIUDICELLI, J.; DIA, A. & LEGIER, P. 1980: Etude hydrobiologique d'une rivière de région méditerranéenne, l'argens (Var, France). Habitats, hydrochimie, distribution de la faune benthique. *Bijdraden tot de Dierkunde*, 50: 303-341.

HIGLER, L. W. G. & TOLKAMP, H. H. 1983: Hydropsychidae as bio-indicators. *Environm. Monit. and Assessm.*, 3: 331-341.

ORIVE, E.; BASAGUREN, A.; de BIKUNA, B.G. & CACHO, M. 1989: A comparative study of water mineralization and nutrient status in the main water courses of Biscay (Basque country). *Wat. Res.* 23: 705-710.