

Distribución altitudinal de especies de Trichoptera en un sistema fluvial en Patagonia

María Laura Miserendino

Laboratorio de Ecología Acuática, Universidad Nacional de la Patagonia - Sede Esquel, Sarmiento 849, 9200 Esquel, Chubut. E-mail: lauram@teletel.com.ar

Resumen. *Los estudios de zonación de tricópteros en ambientes lóticos de zonas templadas del hemisferio norte sugieren que su diversidad y distribución altitudinal está determinada principalmente por variaciones de temperatura. El objetivo de este trabajo fue analizar, durante un ciclo anual completo, los patrones de distribución de las especies de tricópteros en un sistema fluvial cordillerano de Patagonia. El sistema exhibió un gradiente de 1000 m de altura y en su tramo medio estuvo alterado por el vertido de efluentes cloacales. Se reconocieron 17 especies de tricópteros. Smicridea sp., Mastigoptila longicornuta, Parasericostoma ovale, Neoatopsyche sp., Brachisetodes major y Cailloma sp. presentaron una distribución amplia, mientras que el resto de las especies presentaron distribuciones localizadas. Las especies más abundantes en el sistema fueron Smicridea sp y Parasericostoma ovale. A modo exploratorio, se obtuvieron correlaciones entre las especies de tricópteros más importantes y las variables ambientales. Posteriormente se realizó un ordenamiento aplicando un análisis de correspondencia canónica. Los factores abióticos explicaron la variabilidad de la densidad de las especies parcialmente. Se observaron especies de todos los gremios tróficos lo que sugiere que existe explotación de diferentes recursos lo cual disminuye la competencia interespecífica. Esto último, sumado a una gran heterogeneidad ambiental, explicaría la alta riqueza específica encontrada.*

Abstract. *Altitudinal zonation studies of Trichoptera species carried out in lotic environments of temperate zones of the Northern Hemisphere, suggest that their diversity and distribution is mostly determined by thermal change as function of the altitude. The objective of this work was to analyse, during a complete annual cycle, distribution patterns of the species of caddis flies in a mountain fluvial system in Patagonia. The system exhibited a 1000 m gradient of height and in the middle was affected by waste discharges. Seventeen species of Trichoptera were identified. Smicridea sp., Mastigoptila longicornuta, Parasericostoma ovale, Neoatopsyche sp., Brachisetodes major y Cailloma sp. were the more extensive distributed species, while the other species had more localised records. The most abundant species were Smicridea sp. and Parasericostoma ovale. Correlation coefficients were obtained between density species and environmental factors after that Canonical correspondence analysis was performed. Environmental variables explained the variability of the species partially. All trophic guilds were recorded, that suggest exploitation of different resources to diminish the interspecific competition. This last and the environmental heterogeneity could be explaining the high specific richness found.*

Introducción

Uno de los grupos particularmente interesantes de la comunidad de macroinvertebrados de las aguas dulces es el de los tricópteros. Son más diversos que otros grupos de insectos, sus larvas exhiben diversas habilidades tróficas, son a su vez consumidas por peces y han sido utilizadas en índices bióticos para la evaluación de la calidad del agua (Merritt y Cummins 1978, Hellawell 1978, Basaguren et al. 1991, Angrisano 1995). También han servido para diagnosticar los efectos y

consecuencias de la regulación de los cursos de agua mediante embalses y represas (Hauer y Stanford 1991, Brittain y Bildeng 1995).

Muchos investigadores han estudiado la distribución de los tricópteros entre otros macroinvertebrados para la caracterización de los cursos de agua pero la mayoría de los trabajos han sido realizados en América del Norte y en Europa, inclusive aquellos que contemplan gradientes altitudinales (Ward 1986, Ortlepp et al. 1991, Basaguren et al. 1991). En la Argentina, el conocimiento de la taxonomía de los tricópteros es bastante fragmentario (Angrisano 1995) y los antecedentes de estudios a nivel estructura de la comunidad se restringen a ciertos ríos regulados de San Luis (Vallania et al. 1998). En Patagonia se han descrito especies de tricópteros y se ha analizado su distribución geográfica (Valverde y Miserendino 1997, 1998) pero prácticamente no se han llevado a cabo estudios ecológicos excepto la caracterización del hábito alimentario de *P. cristatum* (Albariño y Valverde 1998).

La región andino-patagónica exhibe numerosos cursos de agua ubicados en cadenas montañosas, propicios para el desarrollo de larvas de tricópteros. Por otra parte, en estas últimas décadas se ha observado un aumento de distintas actividades antrópicas vinculadas directa o indirectamente a los cuerpos de agua: acuicultura, construcción de represas, incendios forestales, crecimiento urbano y turismo. Uno de estos cursos de agua es el sistema Esquel-Percy, en cuyas inmediaciones se ubican las ciudades de Esquel y Trevelin. La composición cualitativa y la distribución del macrozoobentos en el sistema Esquel-Percy han sido analizadas con anterioridad (Miserendino 1995). Los tricópteros fueron el segundo grupo en importancia en riqueza específica y varias especies exhibieron un alto grado de constancia. El objetivo de este trabajo es describir los patrones de distribución de los tricópteros y explicarlos a partir de su relación con las distintas condiciones ambientales a lo largo del sistema fluvial Esquel-Percy.

Materiales y Métodos

Para la realización de este trabajo se analizó información proveniente de un monitoreo intensivo realizado en el sistema Esquel-Percy (noviembre 1990-octubre 1991), no se presentan nuevos datos sino que se realiza un nuevo análisis de datos previamente publicados (Miserendino 1995, Pizzolón et al. 1992). Los sitios en los cuales los organismos fueron colectados para este estudio han sido descritos previamente (Miserendino 1995). Las variables abióticas que se utilizaron en los análisis fueron: altura, número de orden, tipo de sustrato, conductividad, alcalinidad total, oxígeno disuelto, pH y demanda bioquímica de oxígeno (Pizzolón et al. 1992). Se incluyeron además datos de precipitación nival y pluvial que fueron obtenidos del registro zonal (UNPAT 1990, 1992).

Se calculó densidad y biomasa fresca de tricópteros por metro cuadrado. Se determinaron los grupos funcionales utilizando bibliografía y realizando observaciones personales (Merritt y Cummins 1978, Corigliano 1989, Poi de Neiff 1990). Se confeccionaron matrices de abundancia por especie, por sitio y por fecha. Previamente al tratamiento estadístico se estandarizaron los datos aplicando $\log(x + 1)$. A modo exploratorio se realizó un análisis de correlación no paramétrico (Spearman) entre la densidad de las especies y las variables ambientales. Posteriormente se obtuvo un modelo de regresión múltiple (Forward Stepwise) para la abundancia total del grupo.

Se realizó un ordenamiento utilizando un análisis de correspondencia canónica del programa CANOCO version 4.02 (Ter Braak 1997). En una fase preliminar se seleccionaron las variables ambientales que explicaron la mayor parte de la varianza y se incluyeron en el ordenamiento. Se representaron gráficamente los dos primeros ejes que muestran los gradientes ambientales de mayor relevancia. La longitud de la flecha indica la importancia relativa de la variable ambiental seleccionada por el ordenamiento. La mayor cercanía de una especie a un vector indica una fuerte y positiva relación con la variable.

Resultados

La mayor diversidad en especies de tricópteros se registró en la estación 3 seguida de las estaciones 4 a 6 y 13 con un total de 10 especies. En general la densidad y la biomasa media anual de tricópteros fue mayor en las estaciones del río Percy que en cabeceras y en el tramo medio del sistema (Figura 1).

La especie de mayor abundancia en el sistema fue el hidropsíquido *Smicridea* sp. (Figura 2). El pico de densidad se obtuvo en la estación 12 en el río Percy. Los altos valores de biomasa total de tricópteros se debieron a esta especie. *Parasericostoma ovale* fue la segunda especie numéricamente importante especialmente en el río Percy, aguas arriba se registró en menor densidad en las estaciones 2 a 6.

Tanto *Brachisetodes major* como *Mastigoptila longicornuta* se registraron en bajo número con relación a las otras especies. En el caso de *M. longicornuta* se observó un ligero incremento en densidad en las estaciones del río Percy (Figura 2). Los hidrobiósidos en general no exhibieron densidades altas *Rheochorema* sp. estuvo prácticamente limitado a las 6 primeras estaciones. *Cailloma* sp. no se encontró en las estaciones de cabecera pero sí en el tramo 3 a 8, y sobre el río Percy (Figura 2). El leptocérido *Hudsonema flamini* fue el tricóptero más abundante en la estación 5 (Figura 2). Hubo representantes de todos los grupos funcionales pero la mayoría de las especies fueron desmenuzadores y depredadores. El único colector filtrador fue *Smicridea* sp., predominante en el río Percy.

Mastigoptila longicornuta se correlacionó negativamente con la DBO, la precipitación pluvial y nívica y positivamente con la temperatura. *Brachisetodes major* se correlacionó con la altura positivamente e inversamente con el orden lótico y la DBO (Tabla 1). *Hudsonema flamini* correlacionó positivamente con la conductividad y la alcalinidad total y negativamente con el tamaño del sustrato y el orden lótico.

Smicridea sp. se correlacionó negativamente con la altura, la conductividad y la alcalinidad total y positivamente con el número de orden (Tabla 1). *Parasericostoma ovale* se correlacionó negativamente con la altura y positivamente con el número de orden. La abundancia total de tricópteros se correlacionó positivamente con el oxígeno disuelto y negativamente con la DBO de acuerdo con el modelo: $\log(y+1)=1.181\log(\text{DO}+1)-0.46 \log(\text{DBO}+1)$ ($r^2=0.71$, $F_{2,106} = 134$).

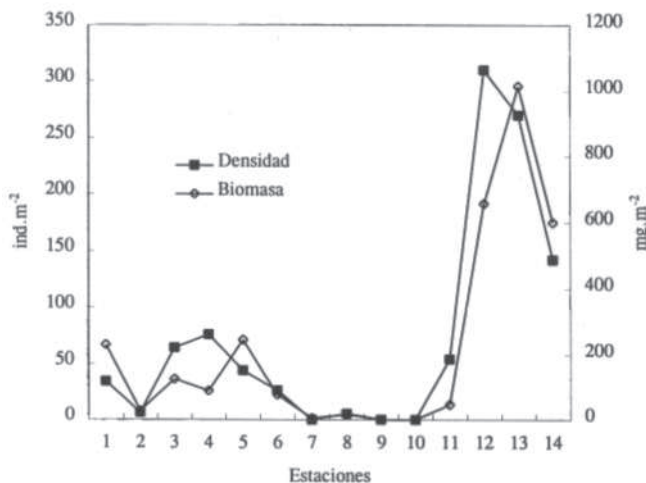


Figura 1. Valores medios de densidad (ind.m⁻²) y biomasa fresca (mg.m⁻²) total de tricópteros en el sistema Esquel-Percy.

Figure 1. Average values of total density (ind.m⁻²) and wet biomass (mg.m⁻²) of Trichoptera in the Esquel-Percy System.

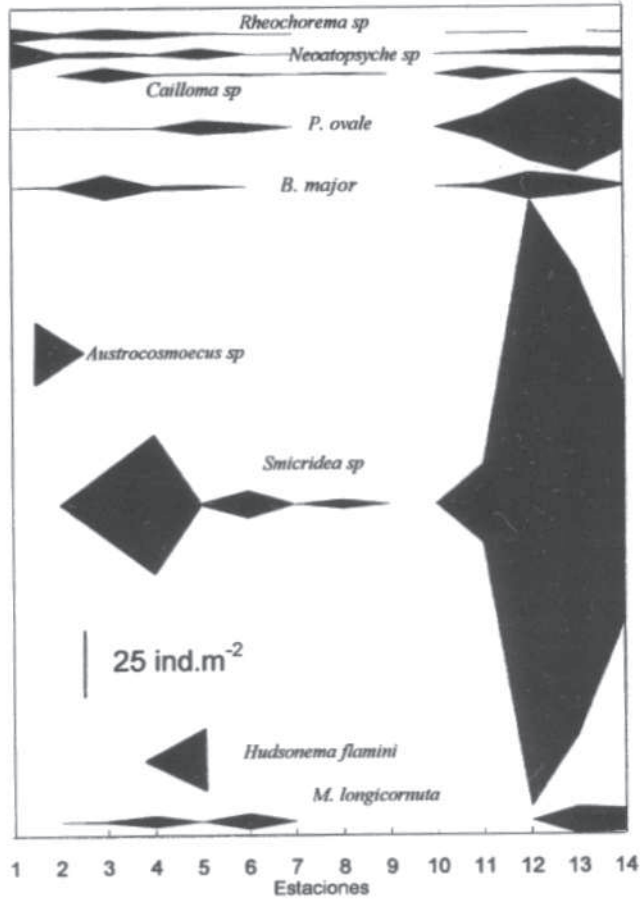


Figura 2. Patrones de densidad longitudinal de las especies de Trichoptera más importantes del sistema, valores medios anuales en ind.m⁻².

Figure 2. Longitudinal density patterns for major Trichoptera species of the system, mean annual values in ind.m⁻².

Tabla 1. Valores de los coeficientes de correlación significativos entre las especies más abundantes y frecuentes de tricópteros del sistema Esquel-Percy y las características físico-químicas (n=108). A: altura, O: número de orden, S: tam. del sustrato, T: temperatura del agua, K20: conductividad, AT: alcalinidad total, OD: oxígeno disuelto, DBO: demanda bioquímica de oxígeno, PP: precip. pluvial, N: precip. nívea.
Table 1. significant correlation coefficients for the trichopteran species and environmental variables of Esquel-Percy System (n=108). A: altitude, O: stream order, T: water temperature, K20: conductivity, OD: dissolved oxygen, DBO: biochemical oxygen demand; AT: total alkalinity; PP: rain, N: snow.

	A	O	S	T	K20	AT	OD	DBO	PP	PN
<i>M. longicornuta</i>				0.29				-0.32	-0.24	-0.27
<i>H. flaminei</i>		-0.27	-0.45		0.42	0.34				
<i>Smicridea</i> sp.	-0.41	0.35			-0.31	-0.29	0.19			
<i>Austrocosmoecus</i> sp.	0.37	-0.33	0.38	-0.25	-0.35	-0.39		-0.20		
<i>P. ovale</i>	-0.53	0.40	-0.21							
<i>Cailloma</i> sp.			0.26					-0.25		
<i>Rheochorema</i> sp.	0.37	-0.41	0.26					-0.34		
<i>Neatopsyche</i> sp.								-0.19		
<i>B. major</i>	0.22	-0.23						-0.30		
<i>Hydrobiosidae</i> sp.		0.19			-0.22	-0.18				

Valores significativamente correlacionados para p < 0.05, p < 0.005.

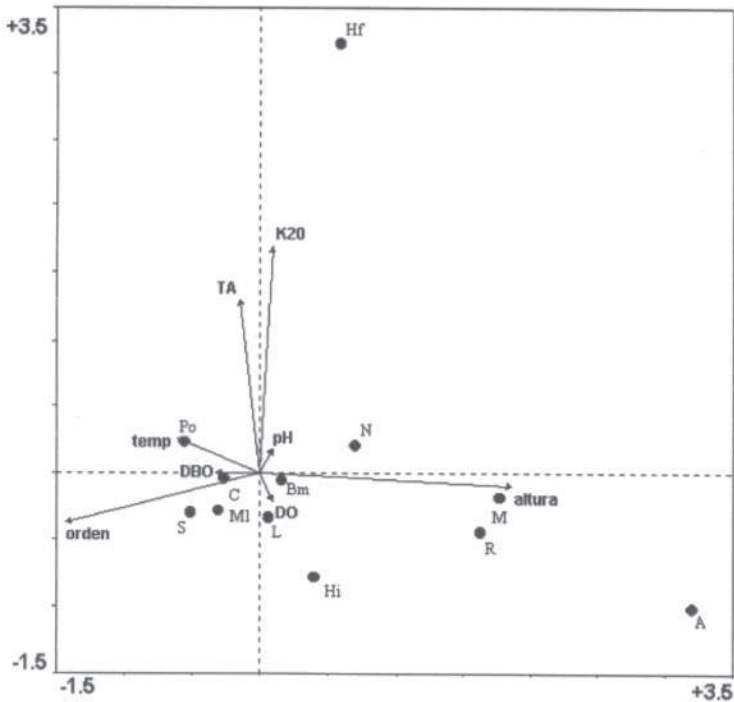


Figura 3. Representación gráfica de las especies de tricópteros y de las variables ambientales en relación a los dos primeros ejes de ordenación del análisis de correspondencia canónica. Códigos de las especies: Po: *P. ovale*, Hf: *H. flaminei*, N: *Neocatopsyche* sp., Bm: *B. major*, S: *Smicridea* sp., C: *Cailloma* sp., MI: *M. longicornuta*, R: *Rheochorema* sp., Hi: *Hydrobiosidae* sp., A: *Austrocosmoecus* sp., L: *Limnephilidae* sp.

Figure 3. Biplot of the species and environmental variables in relation to the first two ordination axis of canonical correspondence analysis. Species codes: Po: *P. ovale*, Hf: *H. flaminei*, N: *Neocatopsyche* sp., Bm: *B. major*, S: *Smicridea* sp., C: *Cailloma* sp., MI: *M. longicornuta*, R: *Rheochorema* sp., Hi: *Hydrobiosidae* sp.,

El ordenamiento realizado mediante el análisis de correlación canónica señaló la existencia de dos gradientes ambientales, el primer eje (autovalor: 0.39 $f=10.7$, $p<0.005$) representó el gradiente de altitud y número de orden, mientras que el segundo eje (autovalor: 0.28) el de la conductividad y alcalinidad total. Las siguientes variables ambientales seleccionadas en el modelo fueron la temperatura y la DBO (Figura 3).

Discusión

En general, en los ríos de montaña los tricópteros muestran diversidad y riqueza. En ambientes rítrónicos neozelandeses, los tricópteros son el orden de insectos con mayor cantidad de especies (Townns 1979). En el sistema estudiado, los tricópteros fueron el segundo grupo en importancia luego de los dípteros (Miserendino 1995). El aumento observado en densidad y biomasa en la parte baja del sistema coincide con lo registrado en sistemas de montaña en el hemisferio norte, en los cuales existe una mayor productividad del grupo en los ríos de mayor orden (Ward 1986).

El modelo de río continuo propone que la dinámica y funcionamiento de los ríos está determinada principalmente por las "características de la vegetación ribereña lo que afecta la temperatura del agua y la cantidad de detrito que se incorpora al sistema. Una de las predicciones del modelo es que como consecuencia de una mayor amplitud térmica los ríos de órdenes lóticos medios exhibirán una máxima diversidad (Vanotte et al. 1980), esto parece suceder en el sistema Esquel-Percy dado que la mayor riqueza de especies de tricópteros (13 especies) se observó en una estación de número de orden medio.

La distribución altitudinal de tricópteros puede estar más claramente definida que en quironómidos y plecópteros (Ward 1986) siendo la variación de la temperatura como función de la altitud uno de los factores mayormente determinantes (Ward 1986, 1992, Mihue y Toetz 1996). En otros casos se mencionan: alimento, presencia de oxígeno, características de la corriente y del sustrato y, en general, son organismos que no toleran la baja cantidad de oxígeno y la presencia de sustratos fuertemente sedimentados (Winterbourn 1981, Brittain and Bildeng 1995). En el sistema Esquel-Percy la distribución de tricópteros estuvo explicada en parte por la existencia de un gradiente altitudinal y por las condiciones químicas del agua. Sin embargo, la alta cantidad de registros localizados y ocasionales es muy llamativa. Los tricópteros exhibieron representantes de todos los gremios tróficos, probablemente esto posibilitó la coexistencia de las distintas especies y disminuyó la competencia interespecífica.

Si bien *Hudsonema flumini* se correlacionó positivamente con la conductividad, en la única estación en que se halló fue en la 5, donde también hubo predominio de macrófitas. En ambientes neozelandeses, la especie cogenérica *H. amabilis* es omnívora, hallándose frecuentemente asociada a ambientes poco profundos con abundantes macrófitas, detrito y diatomeas (Winterbourn 1981). La distribución altitudinal de la familia Hydrobiosidae parece estar asociada a las características de las especies que componen el bosque circundante (Winterbourn 1981). En este sistema, dicha familia caracterizó más las cabeceras, mientras que Sericostomatidae e Hydropsychidae fueron claramente más abundantes en el tramo bajo. Si bien *Parasericostoma ovale* fue más abundante en el río Percy, otros estudios revelan altas densidades de la especie en ríos patagónicos de similares e inferiores dimensiones (Miserendino 1998). En otros ambientes rítrónicos se ha registrado la presencia de *P. cristatum*, incluso a mayores alturas que en las que se registró *P. ovale* (Albariño y Valverde 1998).

Smicridea sp. parece caracterizar los tramos de mayor orden de los ríos. En tramos postembalses de ríos de San Luis se ha observado que la distribución de los hidropsíquidos puede estar relacionada con el aumento de materia orgánica particulada fina (Vallania et al. 1998). Algunas especies de esta familia toleran el enriquecimiento orgánico y moderadas cantidades de sedimentos finos en suspensión (Winterbourn 1981, Basaguren et al. 1991).

Tanto *Parasericostoma ovale* como *Smicridea* sp. codominaron sobre el río Percy. Los hábitos alimenticios de ambas especies son diferentes: la primera sería del grupo trófico desmenuzador, pudiendo complementar su dieta con algas epilíticas y la otra sería del gremio colector-recolector. La segregación de las especies por posesión de preferencias tróficas diferentes, ciclos de vida desfasados y explotación de distintos microhábitats es una estrategia frecuente y bien documentada en insectos como plecópteros, efemerópteros y tricópteros (Alfán 1995).

Como se observa en los análisis estadísticos realizados, la variabilidad de la densidad de las especies, no pudo ser explicada en su totalidad con los factores considerados. Posiblemente estas especies estén afectadas por otras variables tales como: presencia de otros invertebrados y de peces invertívoros.

La respuesta general de la comunidad de tricópteros a través de todo el sistema, señala, sin embargo, que su densidad está bastante afectada por la cantidad oxígeno disuelto y por la DBO. Esto último sustenta la utilización de tricópteros en evaluación de calidad de agua. El uso de índices bióticos que contempla, entre otros, el número de especies de tricópteros se ha efectuado con éxito en varios ambientes lóticos de Patagonia (Miserendino y Pizzolón 1992, Pizzolón et al. 1997). Por último, cabe mencionar el uso potencial de estos organismos en el seguimiento de los efectos del cambio climático global. Entre las principales respuestas de la comunidad de invertebrados acuáticos al cambio térmico e hidrosedimentológico se mencionan: la eliminación de especies, reducción de la abundancia e incremento en la duración de los ciclos de vida (Oswood et al. 1992).

Agradecimientos. Este trabajo fue financiado con el PI: "Contaminación por efluentes cloacales en el arroyo Esquel y en el río Percy" Dir. Lino Pizzolón. PI N° 118 Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de la Patagonia Res. "CS" 143/90 UNPat. Deseo agradecer a las Dras. E. Angrisano y A. Valverde por su ayuda en la identificación de las especies y a los árbitros anónimos por sus valiosos comentarios.

Bibliografía

- Albariño, R. y A. del C. Valverde. 1998. Hábito alimentario del estado larval de *Parasericostoma cristatum* (Trichoptera: Sericostomatidae). *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 57:131-135.
- Angrisano, E.B. 1995. Insecta Trichoptera. Pp. 1199-1242. In: Lopretto, E.C. y G. Tell (Eds.). *Ecosistemas de aguas continentales*. Ed. Hemisferio Sur, La Plata
- Allan, D. 1995. *Stream Ecology. Structure and function of running waters*. Chapman y Hall. Pp. 388.
- Basaguren, A., M. Cacho y E. Orive. 1991. Ordination of small fast-running rivers by means of selected taxa of Plecoptera, Ephemeroptera and Trichoptera. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24:1979-1981.
- Brittain, J.E. y R. Bildeng. 1995. Life cycle of *Arctopsyche ladongensis* (Trichoptera) in a regulated Norwegian river. *Regulated Rivers: Research y Management* 10:71-79.
- Corigliano, M. 1989. Partición de recursos en el tramo anastomosado de un río de llanura. *Rev. UNRC* 9:61-73.
- Hauer, R.A. y J.A. Stanford. 1991. Distribution and abundance of Trichoptera in a large regulated river. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24:1636-1639.
- Hellawell, J.M. 1978. Biological surveillance of rivers. NERC Fellow at the Water Pollution Research Laboratory. Pp 331.
- Merrit, R.W. y K.W. Cummins. 1978. *An introduction to the aquatic insect of North America*. Dubuque, Kendall-Hunt. Pp 448.
- Mihue, T.B. y D.W. Toetz. 1996. Phenology of aquatic macroinvertebrates in an alpine wetland. *Hydrobiologia* 330:131-136.
- Miserendino, M.L. 1995. Composición y distribución del macrozoobentos de un sistema lótico andino-patagónico. *Ecología Austral* 5:133-142
- Miserendino, M.L. 1998. *Ecología del Bentos del Sistema hídrico Esquel-Percy*. Tesis de Magister. Universidad Nacional del Litoral. Pp 202
- Miserendino, M.L. y L.A. Pizzolón. 1992. Un índice biótico de calidad de aguas corrientes para la región andino-patagónica. Pp 39-40. *Resúmenes del Segundo Congreso Latinoamericano de Ecología*. Caxambú, Minais Gerais, Brasil.
- Ortlepp, J., P. Schroeder, P. Rey y Tomka. 1991. The longitudinal zonation of macroinvertebrates of the Upper River Rhine. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24:1804-1811.
- Oswood, M.W., A.M. Milner y J.G. Irons. 1992. Climate Change and Alaskan Rivers and Stream. Pp 193-210. In: Firth, P. y S. Fisher (Eds.). *Global Climate Change and Freshwater Ecosystems*
- Poi de Neiff, A. 1990. Categorización funcional de los invertebrados en ríos de llanura del Chaco Oriental. Argentina. *Rev. Brasil. Biol.* 50:875-882.
- Pizzolón, L.A., Miserendino M.L. y L. Arias. 1997. Impacto de las descargas cloacales de Cholila sobre el arroyo Las Minas. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental* 31:56-58.
- Pizzolón, L., M.L. Miserendino, L.B. Arias y R. Benedetti. 1992. Patrones de perturbación por efluentes cloacales en un sistema lótico andino-patagónico (Chubut: Argentina). Pp 36-37. *Resúmenes del Segundo Congreso Latinoamericano de Ecología*. Caxambú, Minais Gerais, Brasil.
- Ter Braak, C.J.F. 1997. *CANOCO. A Fortran program for canonical community ordination*. Centre for biometry Wageningen. Wageningen. The Netherlands.
- Towns, D.R. 1979. Composition and zonation of benthic invertebrate communities in a New Zealand kauri forest stream. *Freshwater biology* 9:251-262.
- U.N.P.A.T. (Universidad Nacional de la Patagonia). 1990. Registro de datos meteorológicos del Centro de Investigaciones Forestales. Sección climatología.
- U.N.P.A.T. (Universidad Nacional de la Patagonia). 1992. Registro de datos meteorológicos del Centro de Investigaciones Forestales. Sección climatología.
- Valverde, A. y M.L. Miserendino. 1997. Los estadios inmaduros de *Parasericostoma ovale* (Schmid. 1955) Trichoptera (Sericostomatidae). *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 56:33-37.
- Valverde, A. y M.L. Miserendino. 1998. Aportes al conocimiento de los estados preimaginales de *Mastigoptila longicornuta* (Trichoptera: Glossosomatidae). *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 7:65-71.
- Vallania, E.A., A.I. Medina y M.E. Sosa. 1998. Estructura de la comunidad de Trichoptera en un arroyo regulado de la provincia de San Luis, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 57:7-11.
- Vanotte, R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell y C.E. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37:130-137.
- Ward, J.V. 1986. Altitudinal zonation in a Rocky Mountain stream. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 74:133-199.
- Ward, J.V. 1992. *Aquatic insect ecology*. John Wiley y Sons, Inc. Pp 438.
- Winterbourn, M.J. 1981. The use of aquatic invertebrates in studies of stream water quality. *Water y Soil Publication* 22:5-16.