

INSECTOS ACUÁTICOS DEL RÍO NIXTAMALAPA, VERACRUZ, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FUNCIONAL: HERRAMIENTA PARA EVALUAR LA SALUD AMBIENTAL

Martín López-Hernández¹, María Guadalupe Ramos-Espinosa², Antonio Flores-Macías², Fernando González-Farías¹,
¹Laboratorio de Química Ambiental, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, D.F., C.P. 04510 Delegación Coyoacán, ²Departamento de Producción Agrícola, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Coyoacán, D.F., CP. 04960, martinlimnos@yahoo.com.mx, mgramos@correo.xoc.uam.mx, gfarías@unam.mx, aflores981@gmail.com.

RESUMEN: Se realizó un estudio sobre la comunidad de insectos acuáticos, se determinó la estructura de sus grupos funcionales así como las condiciones hidrológicas y fisicoquímica del agua, como herramienta para evaluar la salud o calidad ambiental del río Nixtamalapa, en los límites de Puebla y Veracruz; se escogieron dos sitios de trabajo en septiembre del 2012. Ambos sitios presentaron poca turbidez, alta turbulencia, fondo rocoso, hojarasca y adecuados valores de oxígeno disuelto. Se registraron 8 órdenes, 17 familias y 17 géneros. El sitio más elevado cercano a fuentes de contaminación tuvo índice de diversidad $H' = 3.1$ con estructura funcional de 6 depredadores, 4 recolectores, 1 raspador, 1 desmenuzador; el sitio alejado de las fuentes de contaminación presentó $H' = 3.4$ con 7 depredadores, 5 recolectores, 3 raspadores, 3 desmenuzadores. Los datos integrados mostraron que el río presenta buena salud ambiental.

Palabras clave: salud ambiental, estructura trófica, insectos acuáticos, río Nixtamalapa.

Aquatic insects of Nixtamalapa River, Veracruz, structure and functional structure: a tool to evaluate environmental health

ABSTRACT: A study on the aquatic insect community was conducted and the structure of its functional groups including hydrological and physicochemical conditions of the water, as a tool to assess the health and environmental quality of Nixtamalapa River, on the border of States Puebla and Veracruz was determined; two sites were selected in September 2012. Both sites showed little turbidity was high turbulence, bedrock, litter and adequate dissolved oxygen values, were registered 8 orders, 17 families and 17 genus. The highest and site near pollution sources had diversity index $H' = 3.1$ with trophic structure Predators 6, 4 Collectors 1 Scraper 1 Shredder; remote site pollution sources provided $H' = 3.4$ with 7 Predators 5 Collectors 3 Scrapers 3 Shredders. Integrated data showed that the river has good environmental health.

Keywords: environmental health, trophic structure, aquatic insects, Nixtamalapa River.

Introducción

El agua se considera el recurso natural de mayor importancia y los ríos y arroyos como las fuentes principales de agua renovable tanto para los humanos como para los sistemas dulceacuícolas. No obstante que los ecosistemas lóticos están entre los más amenazados por la diferentes actividades humanas y que actualmente hay pocos ríos que no han sido afectados negativamente, aún con esas acciones antrópicas son sistemas con gran diversidad de organismos bentónicos (Karr y Chu, 2000; Dudgeon *et al.*, 2006; Strayer y Dudgeon, 2010; Vorosmarty *et al.*, 2010).

Las actividades antrópicas implican actividades agrícolas, creciente urbanización, industrialización, minería y construcción de presas, promoviendo la contaminación (De Jesus-Crespo y Ramírez, 2011), así como cambios en el hábitat e hidrología (Power *et al.*, 1996); esos cambios ya sea individual o sinérgicamente afecta a la salud ecológica de los sistema lóticos y en consecuencia a la composición y abundancia de las comunidades (Vorosmarty *et al.*, 2010). Las comunidades acuáticas así como sus interacciones bióticas, responden a los cambios en la calidad del agua, estructura del

hábitat, régimen de flujo y fuentes de energía (Karr, 1981, 1999; Karr y Chu, 2000), los cuáles reflejan muchos tipos de estresores ambientales y diferentes combinaciones sinérgicas entre éstos, dando mayor información y más confiable que las tradicionales mediciones físicas y químicas. Los insectos acuáticos como comunidad dominante dentro de los macroinvertebrados bentónicos son el grupo de organismos más ampliamente usados para la evaluación de la calidad del agua por su ciclo de vida, abundancia, composición y estructura de grupos funcionales en el ecosistema tales como desmenuzadores, recolectores, raspadores y depredadores (Bonada *et al.*, 2006; Merrit *et al.*, 2008).

Los ríos y arroyos de México y en particular en la zona de montaña del Estado de Veracruz donde hay bosque de niebla y diferentes actividades humanas dirigidas al cultivo de café, plátano, maíz y cítricos, han sido poco estudiados en su hidrología, calidad de agua y biota acuática; son usados como fuente de abastecimiento de agua para riego, la industria o agua potable para la ciudad de Jalacingo (Fig. 1). Como en muchas regiones de Latinoamérica el conocimiento de la biota acuática de ríos está todavía en sus inicios (Dudgeon *et al.*, 2006), el objetivo de este estudio fue contribuir al conocimiento de la composición de la entomofauna de un río de montaña y emplear a la comunidad de insectos acuáticos como herramienta para evaluar salud ambiental del río acorde a la estructura de sus grupos funcionales relacionados con las condiciones hidrológicas y fisicoquímica en el río Nixtamalapa.

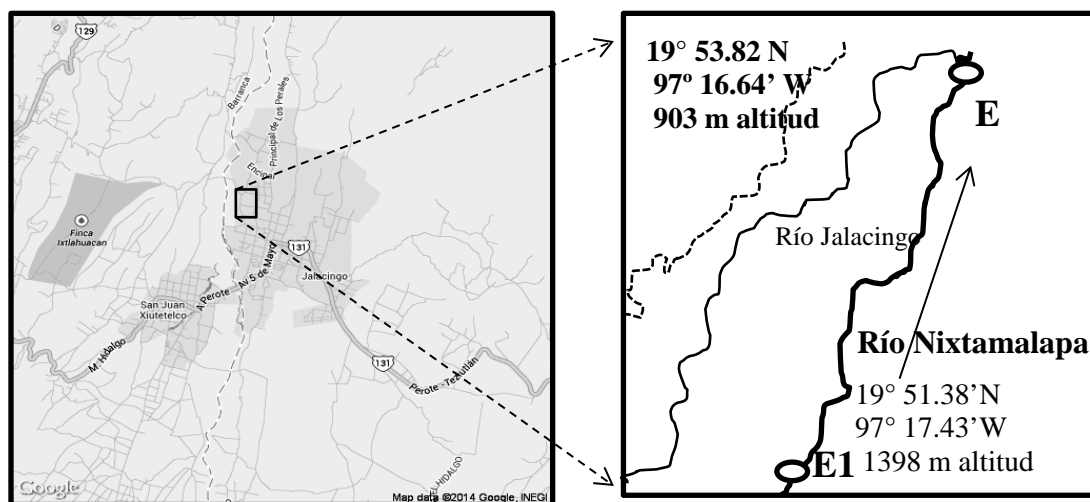


Figura 1. Ubicación del río Nixtamalapa, Veracruz y de las estaciones de muestreo E1 y E2.

Material y Método

El río Nixtamalapa se encuentra en un área montañosa en la zona limítrofe Norte de los Estados de Puebla y Veracruz, es abastecido por algunos manantiales; en el río predominan condiciones de corriente rápida, fuerte pendiente y sustrato rocoso que origina alta turbulencia; Karr y Chu (2000) recomiendan muestrear las zonas de rápidos que suelen ser más productivas en fauna acuática. En septiembre 2012, en una sección de aproximadamente 14 kilómetros de longitud se eligieron dos sitios de trabajo, E1 y E2; se recolectaron organismos macroinvertebrados (2-40 mm longitud) en el fondo tanto de la zona central como de ambas orillas del río, usando una red de cuchara de 1.20 cm de largo por 30 cm de ancho, con luz de malla de 1.5 mm; el material recolectado se introdujo en frascos con alcohol etílico al 70% como preservador, para su posterior identificación taxonómica a nivel familia y género (Merrit y Cummins (1996); la estructura funcional alimentaria de la comunidad de macroinvertebrados se determinó acorde a Merrit *et al.*, (2008). El marco ambiental hidrológico y

fisicoquímico se integró siguiendo los procedimientos establecidos por Wetzel y Likens (1991), Hauer y Lamberti (1996), mismo que determina si la entomofauna acuática es afectada por los cambios de las condiciones físicas y químicas que impone el ambiente (Mejía y Rivera, 2006).

Resultados y Discusión

La comunidad de insectos acuáticos en el sitio E1 presentó los órdenes Trichoptera, Diptera, Odonata, Coleoptera, Ephemeroptera, y Hemiptera donde el mayor número de organismos fueron del orden Ephemeroptera. En el sitio E2 se encontraron además de los órdenes citados, dos más Plecoptera y Megaloptera, aquí el mayor número de organismos fue del orden Trichoptera; como fauna de acompañamiento se encontraron también en poco número tricládidos y lumbriculídeos (Fig. 2).

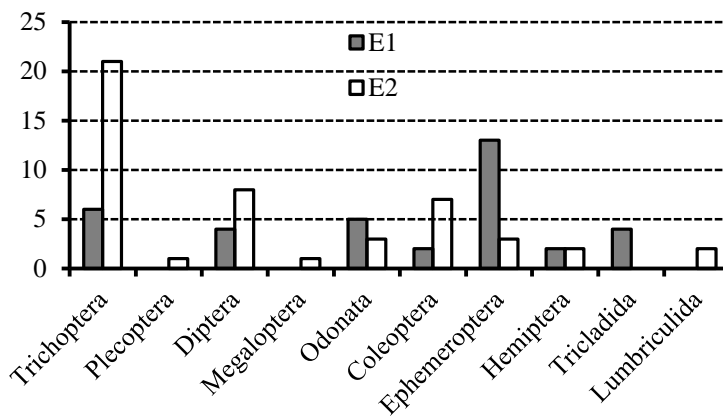


Figura 2. Composición de macroinvertebrados por Orden y abundancia, la Clase Insecta presentó 8 órdenes.

El sitio E1 presentó 2 órdenes de insectos acuáticos considerados como indicadores de buena calidad de agua: Trichoptera y Ephemeroptera que incluyen los géneros *Hydropsyche*, *Hydroptila*, *Tricorythodes* y *Baetis*. En este sitio se encontraron 36 organismos agrupados en 12 géneros, distribuidos con la siguiente estructura funcional basada en los tipos de alimentación: 6 depredadores, 4 recolectores 1 raspador y 1 desmenuzador. En el sitio E2 (aguas abajo), de los órdenes ya mencionados se registró también el género *Protophila*, además presentó los órdenes Plecoptera y Megaloptera considerados también como indicadores de buena calidad de agua, representados por los géneros *Nemour* y *Corydalus*; en este sitio se registraron 56 organismos y 18 géneros cuyos grupos funcionales fueron 7 depredadores, 5 recolectores, 3 raspadores y 3 desmenuzadores (Cuadro 1). El lecho del río fue predominantemente rocoso, en las orillas (zonas de baja energía), se encontró poco material orgánico vegetal compuesto principalmente de hojas y pequeñas ramas de arbustos de vegetación riparia.

Cuadro 1. Composición, diversidad, abundancia y estructura alimentaria de macroinvertebrados.

**Sitio E1
Insecta**

Orden	Familia	Género	Abundancia	Grupo Funcional
Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	5	Recolector, detritívoro
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	1	Raspador, herbívoro
Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	2	Colector, detritívoro
	Chironomidae	<i>Pentaneura</i>	1	Desmenuzador, herbívoro

		Tabanidae	<i>Tabanus</i>	1	Depredador, carnívoro
	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	5	Depredador, carnívoro
	Coleoptera	Gyrinidae	<i>Gyrinus</i>	2	Depredador, carnívoro
	Ephemeroptera	Thricorythidae	<i>Tricorythodes</i>	4	Recolector, detritívoro
		Baetidae	<i>Baetis</i>	9	Recolector, detritívoro
	Hemiptera	Corixidae	<i>Trichocorixa</i>	1	Depredador, carnívoro
		Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	1	Depredador, carnívoro
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	<i>Dugesia</i>	4	Depredador, carnívoro
2 Clases	7 Ordenes	12 Familias:	12 Géneros,	36 organismos	
			12 Especies		

H' = 3.1. Estructura por grupos tróficos: 6 Depredadores, 4 Recolectores, 1 Raspador, 1 Desmenuzador.

Sitio E2

Insecta	Orden	Familia	Género	Abundancia	Grupo Funcional
	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	20	Recolector, detritívoro
		Glossomatidae	<i>Protoptila</i>	1	Raspador, herbívoro
	Plecoptera	Nemouridae	<i>Nemoura</i>	1	Desmenuzador, herbívoro
	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	5	Recolector, detritívoro
		Chironomidae	<i>Chironomus</i>	1	Desmenuzador, herbívoro
		Tipulidae	<i>Tipula</i>	2	Desmenuzador, herbívoro
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	1	Depredador, carnívoro
	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	1	Depredador, carnívoro
		Aeshnidae	<i>Aeshna</i>	1	Depredador, carnívoro
		Gomphidae	<u>sin determinar</u>	1	Depredador, carnívoro
	Coleoptera	Gyrinidae	<i>Gyrinus</i>	1	Depredador, carnívoro
		Elmidae	<i>Heterelmis</i>	2	Raspador, herbívoro
		Hydroptilidae	<i>Hydrophilus</i>	4	Raspador, herbívoro
	Ephemeroptera	Siphonuridae	<u>sin determinar</u>	2	Recolector, detritívoro
		Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i>	1	Recolector, detritívoro
	Hemiptera	Corixidae	<i>Trichocorixa</i>	1	Depredador, carnívoro
		Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	1	Depredador, carnívoro
Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus</i>	2	Recolector, detritívoro
2 Clases	9 Ordenes	18 Familias:	18 Géneros,	48 organismos	
			18 Especies		

H' = 3.4. Estructura por grupos tróficos: 7 Depredadores, 5 Recolectores, 3 Raspadores, 3 Desmenuzadores

El sitio E2 tuvo condiciones físicas diferentes como aumento en el ancho del río, mayor variedad del sustrato (grava, arena, rocas de diferentes tamaños) y de material vegetal (vegetación acuáticas, riparia y troncos sumergidos). Los grupos funcionales reflejaron la disponibilidad de diferentes tipos de comida acorde con sistemas en buen estado de salud y baja contaminación (Rawer-Jost *et al.*, 2000; Cummins *et al.*, 2005; Helson y Williams, 2013); lo mismo sucedió de acuerdo a su composición y abundancia y su relación con las condiciones del agua: menor diversidad y abundancia y en consecuencia menor Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'): 3.1 en el sitio E1, cercano a los aportes de aguas desecho urbanos e industriales y (H'): 3.4 en E2 más lejano a esos aportes, para Wilhm y Dorris (1966) $H' > 3$ corresponde a ecosistemas de aguas limpias.

Condiciones hidrológicas y fisicoquímicas. Los dos sitios tuvieron presencia de vegetación arbórea y arbustiva primaria en sus orillas, lo cual repercute en un adecuado sombreado al cauce (López *et al.*, 2012); Roldán (2003) considera que los sitios con buena oxigenación con sustratos de piedras y arena, así como con vegetación sumergida, mostrarán comunidades acuáticas características

de los sitios con buenas condiciones ambientales. El flujo turbulento, sustrato rocoso y vegetación riparia a todo lo largo del río, promovieron conjuntamente que se registraran valores similares en los parámetros fisicoquímicos, con excepción del pH que varió de 7.2 en E1 a 8.1 en E2; el cambio de una unidad pH en tan poca distancia en un río (< 15 km), puede atribuirse a posible contaminación química (<http://water.usgs.gov/gotita/phdiagram.html>).

El sistema tuvo temperaturas del agua entre 14 y 16°C, transparencia en toda la columna de agua (32 y 30 cm), baja turbidez 88.43 y 88.32 NTU, baja conductividad eléctrica (0.148 y 0.150 umhos/cm), pocos sólidos solubles totales (126 y 120 mg/L) y bajo potencial redox (234 y 218 mvolts); indicando poco arrastre de sedimentos y baja tasa de material orgánico derivado de descargas industriales (textil) y domésticas en la parte alta de la cuenca. La pendiente pronunciada, el permanente flujo turbulento y sustrato pedregoso, son condicionantes para las altas concentraciones de oxígeno disuelto en ambos sitios con 7.80 y 8.77 mg/L.

Conclusiones

1. La comunidad de insectos acuáticos estuvo compuesta por los órdenes Trichoptera, Diptera, Odonata, Coleoptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Plecoptera y Megaloptera, La estructura trófica estuvo conformada por detritívoros, raspadores, herbívoros y depredadores.
2. Por su abundancia sobresalieron Trichoptera con 31 organismos en E1, y Ephemeroptera con 48 organismos en E2, con índice de diversidad $H' = 3.1$ y 3.4 respectivamente.
3. Los órdenes y géneros indicadores de buena salud ambiental son Trichoptera: *Hydropsyche*, *Hydroptila* y *Protophila*; Ephemeroptera: *Tricorythodes*; Plecoptera *Nemour* y Megaloptera *Corydalus*.
4. La pendiente pronunciada, flujo turbulento, vegetación sumergida, sustrato pedregoso, altas concentraciones de oxígeno disuelto y poca variación en sus condiciones físicas y químicas, fueron apropiadas para la comunidad de insectos acuáticos.
5. La composición de insectos, su estructura funcional, las condiciones fisicoquímicas y el índice de diversidad señalan al río con buena salud ambiental.

Literatura Citada

- Bonada, N., Prat, N., Resh, V.H. and Statzner, B. 2006. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology* 51:495–523.
- Cummins, K.W., Merritt, R.W. and Andrade, P.C.N. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Stud. Neotropical Fauna Environment* 40:69–89.
- De Jesus-Crespo, R., Ramírez, A. 2011. Effects of urbanization on stream physicochemistry and macroinvertebrate assemblages in a tropical urban watershed in Puerto Rico. *Journal of the North American Benthological Society* 30:739–750.
- Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.I., Knowler, D.J., Leveque, C., Naiman, R.J., Prieur-Richard, A.H., Soto, D., Stiassny, M.L.J. y Sullivan, C.A. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Review* 81:163–182.
- Hauer, F.R. y Lamberti, G.A. 1996. *Methods in Stream Ecology*. Academic Press. 674 pp.
- Helson, J.E, y Williams, D. 2013. Development of a macroinvertebrate multimetric index for the assessment of low-land streams in the neotropics. *Ecological Indicators* 29:167– 178.

- Karr, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6:21–27. <http://water.usgs.gov/gotita/phdiagram.html>. Consultada en junio 2, 2014.
- Karr, J.R. y Chu, E.W. 2000. Sustaining living rivers. *Hydrobiologia* 422:1–14.
- López-Hernández M., Ramos-Espinosa M.G. y Guzmán-Arroyo M. 2012. Insectos acuáticos y la calidad del agua de la cuenca alta del río Blanco, Veracruz. *Entomología Mexicana* Vol.11 (1):395-400.
- Mejía, D.M. y Rivera, J.J. 2006. Distribución de algunas familias de macroinvertebrados bentónicos con relación a variables físicas y químicas de la quebrada La Jaramilla Quindío-Colombia. *Revista de Investigaciones de la Universidad del Quindío*. 16: 63-69.
- Merrit, W.R y Cummins, K.W. 1996. Trophic relations of macroinvertebrates. In: Hauer, F.R. and Lamberti, G. A. *Methods in Stream Ecology*. Academic Press. 453-474.
- Merrit, R.W., Cummins, K.W. and Berg, M.B. 2008. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt Publ. Co. Iowa, USA. Fourth edition. 1157 pp.
- Power, M.E., Dietrich, W.E. and Finlay, J.C. 1996. Dams and downstream aquatic biodiversity: potential food web consequences of hydrologic and geomorphic change. *Environmental Management* 20:887–895.
- Rawer-Jost, C., Bohmer, J., Blank, J. and Rahmann, H. 2000. Macroinvertebrate functional feeding group methods in ecological assessment. *Hydrobiologia* 422: 225–232.
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia propuesta para el uso del método BMWP/col. Ed. Universidad de Antioquia (Colombia) p. 170.
- Strayer, D.L. y Dudgeon, D. 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society* 29: 344–358.
- Vorosmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S.E., Sullivan, C.A., Liermann, C.R. and Davies, P.M. 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* 467:555–561.
- Wetzel, R. G. and Likens, G.E. 1991. *Limnological Analyses*. Springer-Verlag, New York. 391 pp.
- Wilhm, J.L. and Dorris C. 1966. Species diversity of benthic macroinvertebrates in a stream receiving domestic and oil refinery effluents. *American Midland Naturalist*. 76:427–449.