

# Selección de Rasgos Funcionales de las comunidades de macroinvertebrados para su uso como variables indicadoras de calidad en dos ríos de la sabana de Bogotá

Michael Sebastián Velandia Garavito

2/05/2021

## Introducción

Las condiciones ambientales de una gran cantidad de ríos en las áreas tropicales se ha ido deteriorando a raíz del rápido crecimiento de las poblaciones humanas, los cambios en el uso del suelo, el desarrollo agrícola e industrial, y las actividades extractivas (Dudgeon, 2017). Desde los años 90 se ha venido implementando el monitoreo con índices que integran las variables fisicoquímicas para la medición de la calidad de las aguas de los ríos y su integridad, y más recientemente, se han incorporado los índices bióticos que utilizan una variedad de grupos taxonómicos, entre ellos, los macroinvertebrados (Pinilla, 2010). Las experiencias en países templados (Fierro, 2017; Metcalfe, 1989) han demostrado que el uso de los macroinvertebrados para el biomonitoreo presenta ventajas sobre los índices físico químicos, pues integran información de cambios al corto y el largo plazo en un amplio rango de variables ambientales (Dudgeon, 2017; Fierro *et al.*, 2017).

El uso de macroinvertebrados para el biomonitoreo de la calidad de agua ha estado tradicionalmente enmarcado en un enfoque taxonómico que se basa en la tolerancia de ciertos taxones a la polución. Sin embargo, uno de los mayores limitantes para esta aproximación es la dificultad de hacer una determinación de los organismos de manera rápida y a un suficiente nivel de detalle (género o especie) para usarlos en programas de monitoreo (Cummins *et al.*, 2015).

Desde hace algunas décadas, el estudio de los rasgos funcionales de las especies de sistemas lóticos ha demostrado una gran utilidad como un buen indicador de la respuesta de las comunidades a diversos tipos de disturbios, entre los que se encuentran los de naturaleza antrópica (Ding *et al.*, 2017), y en consecuencia se ha ido desarrollando un enfoque funcional para el biomonitoreo de sistemas lóticos, principalmente en zonas templadas, con algunos ejemplos en el Neotrópico (Tomanova *et al.*, 2008).

Gran parte de los estudios que se han realizado sobre el uso de la diversidad y los rasgos funcionales en bioindicación se han ejecutado en países de zonas templadas (Charvet *et al.*, 1998; Gayraud *et al.*, 2003; Statzner *et al.*, 2005; Dolédec *et al.*, 2006), siendo mucho menor la cantidad de trabajos llevados a cabo en el trópico (Ding *et al.*, 2017). Una alta proporción de las investigaciones en el Neotrópico sobre este tema se han hecho en Brasil, con algunos otros ejemplos en países como Ecuador o Bolivia (Fossati *et al.*, 2001; Cummins *et al.*, 2005; Tomanova *et al.*, 2008). En Colombia se han realizado algunos acercamientos sobre aspectos funcionales de los macroinvertebrados en la región insular (Motta Díaz *et al.*, 2020), en Antioquia (Toro *et al.*, 2020) y en Boyacá (Torres y Torres, 2016), pero en ninguno de ellos se ha buscado identificar los rasgos más apropiados para la construcción de índices biológicos.

Un primer paso para el desarrollo de un índice biológico de macroinvertebrados con un enfoque funcional en los ríos de la sabana de Bogotá, es la evaluación de los rasgos funcionales de las comunidades de dichos macroinvertebrados con el fin de evaluar cual es su respuesta a los parámetros fisicoquímicos de estos cuerpos de agua. En el presente trabajo se busca evaluar dicha respuesta y hacer una comparación con las mediciones obtenidas por los tradicionales índices biológicos.

## Metodología

### Área de estudio y muestreo

Los macroinvertebrados utilizados provienen de una serie de muestreos realizados entre el año 2017 y el año 2019 en 12 estaciones de muestreo ubicadas en los ríos Frío y Neusa, en los municipios de Cajicá, Chía y Cogua (Figura 1), en el marco del “Programa nacional para la conservación de la especie endémica de Colombia pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*)” liderado por el Ministerio del Medio Ambiente y la Universidad Manuela Beltrán (Lemus *et al.*, 2020). En cada punto de muestreo se tomaron datos hidrológicos y se midieron *in situ* las variables fisicoquímicas (oxígeno disuelto, conductividad, pH, temperatura y turbidez). Los macroinvertebrados se colectaron con metodologías estándar de amplio reconocimiento, red Surber, red D, red de mano (Domínguez y Fernández, 2009).

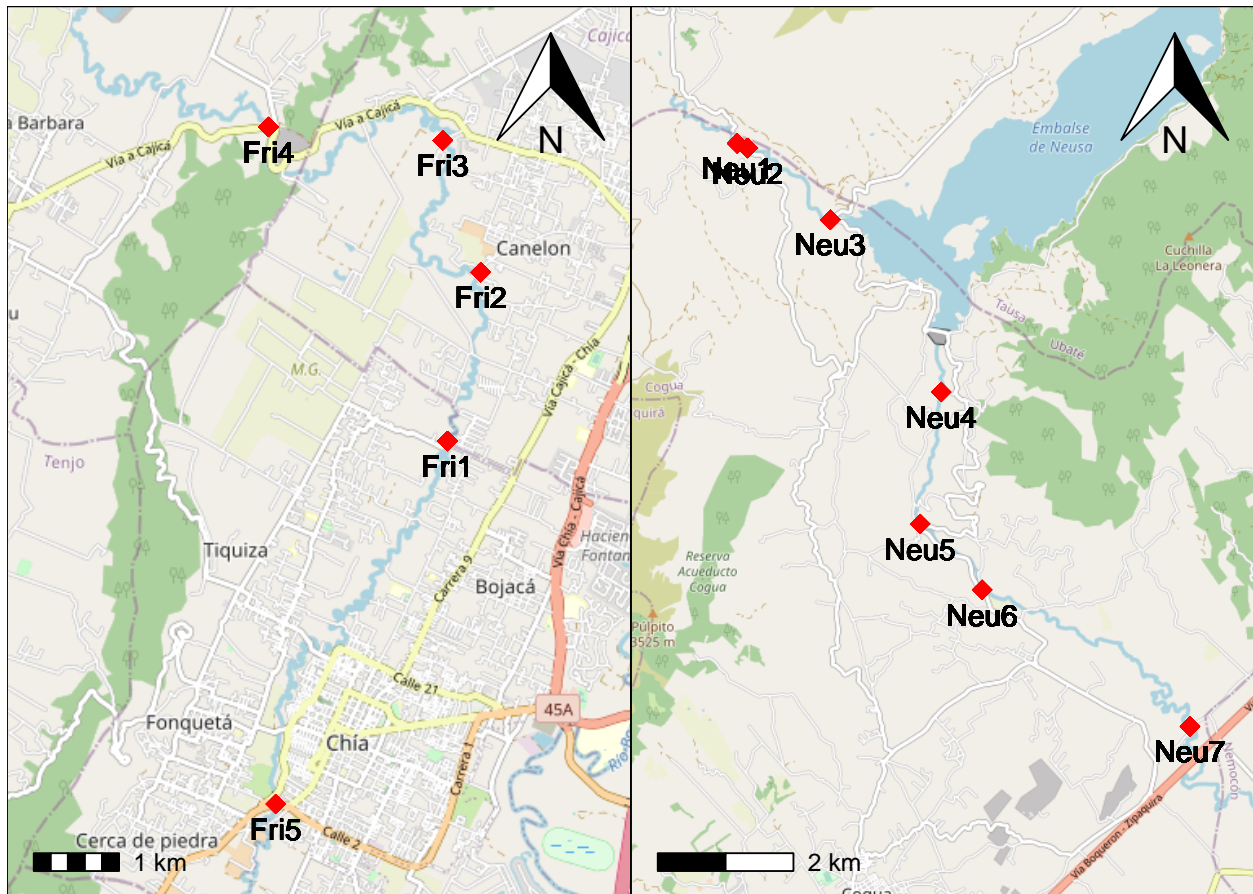


Figure 1: Estaciones de muestreo en los ríos Neusa (derecha) y Frío (izquierda).

### Rasgos Funcionales

Los organismos, pertenecientes a la colección de macroinvertebrados de la Universidad Manuela Beltrán, fueron identificados hasta Familia. Los rasgos funcionales que fueron elegidos de acuerdo a la propuesta de Tomanova *et al.* (2008) incluyen rasgos tróficos (alimentación y hábitos alimenticios), fisiológicos (respiración) morfológicos (tamaño y forma corporal) y comportamentales (Movilidad y fijación al sustrato). Siguiendo la metodología del ‘Fuzzy coding’ (Usseglio y Tachet, 1994) a cada familia se le asignó un valor entre 0 y 3 para cada una de las categorías de los rasgos funcionales (Tabla 1) por medio de observaciones y mediciones directas en el laboratorio, apoyadas en una revisión de la literatura disponible.

Table 1: Categorías de los Rasgos Funcionales

Rasgo Biológico	Categoría	Código
Alimento	Partículas de sedimento	SED
	Detritos finos	FPMO
	Detritos gruesos	CPOM
	Microfitas	MiPh
	Macrofitas	MaPh
	Animales Muertos	DA
	Microinvertebrados	Mic-In
	Macroinvertebrados	Mac-In
Hábitos alimenticios	Colector-recolector	CG
	Triturador	SH
	Raspador	SC
	Colector-filtrador	CF
	Perforador	PI
	Predador	PR
	Parásito	PA
Respiración	Tegumento	TEG
	Agallas	GLL
	Plastrón	PLA
	Espiráculos	STIG
	Pulmón	PUL
Movilidad y fijación al sustrato	Volador	FLI
	Nadador de superficie	SwS
	Nadador	Sw
	Arrastrador	CL
	Excavador epibentónico	EpB
	Excavador endobentónico	EnB
	Temporalmente fijo al sustrato	TA
Tamaño corporal máximo (mm)	<2.5	-
	2.5-5	-
	5-10	-
	10-20	-
	20-40	-
	40-80	-
	>80	-
Forma corporal	Hidrodinámico	STRM
	Aplanado	FLAT
	Cilíndrico	CYL
	Esférico	SPH

## Métodos numéricos y estadísticos

### Bibliografía

- Charvet, S., Kosmala, A., & Statzner, B. (1998). Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: Perspectives for a general tool in stream management. *Archiv Fuer Hydrobiologie*, 142(4), 415-432.
- Cummins, K. W., Merritt, R. W., & Andrade, P. C. (2005). The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40(1), 69-89.
- Ding, N., Yang, W., Zhou, Y., González-Bergonzoni, I., Zhang, J., Chen, K., Vidal, N., Jeppesen, E., Liu, Z., & Wang, B. (2017). Different responses of functional traits and diversity of stream macroinvertebrates to environmental and spatial factors in the Xishuangbanna watershed of the upper Mekong River Basin, China. *Science of The Total Environment*, 574, 288-299.
- Dolédec, S., Phillips, N., Scarsbrook, M., Riley, R. H., & Townsend, C. R. (2006). Comparison of structural and functional approaches to determining landuse effects on grassland stream invertebrate communities. *Journal of the North American Benthological Society*, 25(1), 44-60.
- Domínguez, E., & Fernández, H (eds). (2019), Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. Fossati, O., Wasson, J.-G., Héry, C., Salinas, G., & Marín, R. (2001). Impact of sediment releases on water chemistry and macroinvertebrate communities in clear water Andean streams (Bolivia). *Archiv Für Hydrobiologie*, 151(1), 33-50.
- Dudgeon, D. (2011). *Tropical Stream Ecology*. Elsevier.
- Fierro, P., Valdovinos, C., Vargas-Chacoff, L., Bertrán, C., & Arismendi, I. (2017). Macroinvertebrates and Fishes as Bioindicators of Stream Water Pollution. *Water Quality*. <https://doi.org/10.5772/65084>
- Gayraud, S., Statzner, B., Bady, P., Haybachp, A., Schöll, F., Usseglio-Polatera, P., & Bacchi, M. (2003). Invertebrate traits for the biomonitoring of large European rivers: An initial assessment of alternative metrics. *Freshwater Biology*, 48(11), 2045-2064.
- Lemus-Portillo, C., Echavarria-Pedraza, M. C., Rojas, J. E., Alvarez-Diaz, J. E., León-Pardo, K. J., Aguilar-Orjuela, S., & Maldonado, J. F. (2020). Estado de conservación y distribución del pez de agua dulce Capitán de la Sabana *Eremophilus mutisii* en Cundinamarca, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 42(112).
- Metcalfe, J. L. (1989). Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: History and present status in Europe. *Environmental Pollution*, 60(1), 101-139. [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(89\)90223-6](https://doi.org/10.1016/0269-7491(89)90223-6)
- Motta Díaz, A. J., Longo, M., & Aranguren-Riaño, N. (2020). Variación temporal de la diversidad taxonómica y rasgos funcionales de los macroinvertebrados acuáticos en ríos temporales en la isla de Providencia, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 39(107), 82-100.
- Statzner, B., Bady, P., Dolédec, S., & Schöll, F. (2005). Invertebrate traits for the biomonitoring of large European rivers: An initial assessment of trait patterns in least impacted river reaches. *Freshwater Biology*, 50(12), 2136-2161.
- Pinilla, G. (2010). An index of limnological conditions for urban wetlands of Bogotá city, Colombia. *Ecological Indicators*, 10(4), 848-856. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.01.006>
- Tomanova, S., Moya, N., & Oberdorff, T. (2008). Using macroinvertebrate biological traits for assessing biotic integrity of neotropical streams. *River Research and Applications*, 24(9), 1230-1239. <https://doi.org/10.1002/rra.1148>.
- Toro, J. A. R., Ramirez, N. J. A., Lopez, J. P. S., Atilano, E. H., & Macías, F. de J. V. (2020). Energía calórica, biomasa y estructura de los macroinvertebrados acuáticos en la reserva La Nitrera, Concordia, Antioquia, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 25(1), 29-36.

Torres-Zambrano, N. N., & Torres-Zambrano, D. R. (2016). Macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Los Alisos, Firavitoba—Boyacá. *Intropica*, 11, 47-56.

Usseglio-Polatera, P. (1994). Theoretical habitat templets, species traits, and species richness: Aquatic insects in the Upper Rhône River and its floodplain. *Freshwater Biology*, 31(3), 417–437. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1994.tb01749.x>