

# DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL

Andrea Valeria Cedeño Relles<sup>1</sup>, Evelyn Dayana Quinteros Vera<sup>2</sup>, Patricio Noles Aguilar<sup>3</sup>, Cumandá Philco Velasco<sup>4</sup>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López,  
Calceta- Manabí- Ecuador, dayito\_93@hotmail.com<sup>2</sup>

## RESUMEN

Para colaborar en la gestión de la subcuenca del Carrizal, se determinó la calidad del agua mediante la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en 6 estaciones de muestreo, durante la época lluviosa (marzo a abril) y seca (julio a agosto) de 2016, utilizando los métodos descritos por Pino & Bernal (2009). Se identificaron 1741 individuos pertenecientes a 34 familias y 8 órdenes de la clase Insecta. La diversidad media en este ecosistema se indica con el índice Shannon-Weaver estando comprendido en el rango de 1-3 lo que muestra que la subcuenca presenta una contaminación moderada. Por otro lado, el índice EPT expresó variaciones demostrando una calidad regular del agua de acuerdo a los resultados en las estaciones E1 "Quiroga", E5 "Estancilla" y E6 "Tosagua"; mientras que las estaciones E2 "Sarampión", E3 "Paraíso" y E4 "Calceta" presentaron calidad buena. El índice biótico BMWP para las dos épocas mostró calidad buena en las estaciones 2, 3 y 4 no así para las estaciones 1 y 6 donde las aguas se establecen de calidad media y en la estación 5, la calidad es escasa. De los tres parámetros físicos (pH, OD y temperatura) evaluados, solo el OD correlacionó positivamente y la temperatura negativamente con el BMWP. Las variables físicas mostraron valores dentro de los límites aceptables durante las dos épocas, según los índices biológicos la calidad del agua de la subcuenca Carrizal va desde buena (estaciones 2, 3 y 4), regular (estaciones 1 y 6) a escasa (estación 5).

**Palabras claves:** Macroinvertebrados, bioindicadores, índices biológicos, calidad del agua.

## INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es un constituyente fundamental para la gestión de las cuencas hidrográficas (Bahamondes & Gaete, 2009), factor que debe ser monitoreado de manera continua. La continuidad de monitoreos realizados al agua para conocer su estado se ve limitado por el tiempo y los elevados costos económicos que presentan los métodos convencionales, los cuales se basan en la integración de las mediciones de determinados parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Samboni, Carvajal, & Escobar, 2007). De esta manera, se hace urgente el uso de métodos alternativos para determinar la calidad del líquido elemento.

Muñoz, et al., (2003), destaca el uso de los macroinvertebrados como una técnica idónea para conocer el estado de los recursos hídricos, debido a las ventajas que presentan tales como: responden rápidamente a variaciones ambientales, facilidad de muestreo (Lampert & Sommer, 2007) y naturaleza sedentaria que proporciona una buena señal espacial de lo que ocurre en cada hábitat muestreado (Bailey, et al., 2003).

Considerando que la subcuenca del río Carrizal es un sistema hídrico que abastece de agua potable a 5 cantones (Bolívar, Junín, San Vicente, Sucre y Tosagua) además de ser una unidad natural importante para el crecimiento económico de las poblaciones circundantes a ella y funcionar como estabilizador natural de los humedales la Segua y la Sabana; esta investigación propone la determinación de la calidad del agua de la subcuenca mediante la presencia de comunidades de macroinvertebrados bentónicos en época lluviosa y seca.

Determinar la calidad del agua mediante los macroinvertebrados bentónicos en la subcuenca del río Carrizal es el objetivo general para esto, se estableció la presencia de la entomofauna acuática en la subcuenca del río Carrizal. Como soporte al trabajo se diagnosticó la calidad del agua de la subcuenca en estudio a través de parámetros físicos e índices biológicos. Finalmente, se

relacionaron los resultados obtenidos del índice BMWP con los parámetros físicos evaluados en la subcuenca del Carrizal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio estuvo comprendida desde la represa Sixto Durán Ballén llamada popularmente “La Esperanza” hasta Tosagua donde la longitud del río Carrizal es de 39 km., aproximadamente. Las características por estación, las coordenadas y la altitud se describen en la **Tabla 1**.

Tabla 1 Coordenadas geográficas de las seis estaciones de muestreo estudiadas de la subcuenca del río Carrizal

Estaciones de muestreo	Características del sitio	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m.)
		X	Y	
E1 "Quiroga"	Corriente lenta, sustrato arenoso, agua turbia, poca hojarasca y troncos. Presencia de cultivos en las orillas, presencia de animales como miriápodos y libélulas. Sitio alterado por la presencia de maquinaria pesada dentro del río.	601489	9902199	3
E2 "Sarampión"	Corriente lenta, sustrato arenoso con gran cantidad de piedras, acumulación de hojas y troncos. Presencia de cultivos en las orillas por secciones, presencia de animales como insectos y peces. Presencia de vegetación en los márgenes del río. No existe presencia de residuos sólidos. Agua no turbia.	598419	9903548	3
E3 "El Paraíso"	Corriente lenta, sustrato arenoso-rocoso con poca acumulación de hojarasca. Presencia de vegetación en los márgenes del río. Actividades agropecuarias realizadas en los márgenes del río.	594663	9904272	3
E4 "Calceta"	Corriente lenta, sustrato arenoso - rocoso con acumulación de hojarasca. Presencia de vegetación riberaña, en unas secciones hay grandes árboles mientras que en otras existen cultivos. Sitio alterado por el depósito de basura.	592307	9907370	3
E5 "La Estancilla"	Corriente lenta, sustrato arenoso con escasa presencia de hojas y troncos. Escasa vegetación en los márgenes del río. Presencia de animales como peces, insectos, reptiles, etc. Sitio alterado por depósito de basura y vertido de aguas residuales.	587625	9909585	3
E6 "Tosagua"	Corriente lenta, sustrato arenoso con poca presencia de hojarasca y troncos. Escasa presencia de vegetación ribereña. Sitio alterado por depósito de basura.	585522	9913123	3

Se establecieron 6 estaciones de muestreo, donde se evaluó un tramo de 100 metros de longitud para cada estación (Molina, *et al.*, 2006), allí se tomaron 5 submuestras, para obtener una muestra compuesta por cada estación, según lo expuesto por Karr & Chu (1999). Para la elección de las estaciones se consideró los hábitats existentes en el tramo; esto incluyó aspectos como la profundidad del río (somero-profundo), velocidad del agua (rápida, mediana, lenta), naturaleza del sustrato (grandes rocas y guijarros decimétricos, gravas, arenas y limos) y presencia de vegetación riberaña (Conferencia Hidrográfica del Ebro, 2005).

El trabajo de campo se lo realizó en dos épocas: la lluviosa comprendida en los meses de marzo-abril y la seca en los meses de julio-agosto de 2016. Para la

recolección de macroinvertebrados se usó la técnica red surber (para ríos con profundidad < 45 cm), la red de patada (para ríos con profundidad > 45 cm) y pinzas entomológicas para extraer los macroinvertebrados presentes en troncos caídos, rocas y vegetación sumergida. Una vez capturados los macroinvertebrados fueron almacenados en frascos plásticos de 50 ml esterilizados y rotulados, con alcohol al 70% y una o dos gotas de glicerina para evitar el endurecimiento de las estructuras según los métodos descritos por Pino y Bernal (2009). Para la identificación de los individuos recolectados hasta los niveles taxonómicos de orden y familia se utilizó un estereoscopio y láminas de claves dicotómicas de McCafferty (1981), Roldán (2000), Merritt & Cummins (1996) y Springer (2006). Otros parámetros como el pH, temperatura y oxígeno disuelto fueron medidos *in situ* en cada estación de muestreo por medio de un dispositivo diseñado para el efecto (multiparámetros), según la metodología de Del C. Guinard, *et al.*, (2013).

Finalmente, se calculó la diversidad con el índice de Shannon-Weaver y se determinó la calidad del agua en las seis estaciones de muestreo, mediante el índice biológico BMWP y el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) (Del C. Guinard, *et al.*, 2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### IDENTIFICACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

#### ENCONTRADOS EN LA SUBCUENCA DEL CARRIZAL

La entomofauna acuática recolectada en la subcuenca del río Carrizal en las 6 estaciones de muestreo fue de 1741 individuos, de los cuales 648 corresponden a la época lluviosa y 1093 a la época seca (**Tabla 2**). Se identificaron 34 familias, agrupadas en 6 órdenes de la clase *Insecta*, distribuidos de la siguiente manera: *Coleoptera*, que presentó la mayor variedad de familias (12), seguido de *Ephemeroptera* y *Hemiptera* con 6 familias cada orden, *Odonata* con 5 familias, *Trichoptera* con 4 familias y *Diptera* con 1 familia, siendo el orden con la menor variedad de taxones.

El orden con mayor abundancia de individuos recolectados durante la investigación fue *Ephemeroptera* con 861 individuos (**Tabla 2**). Los individuos de este orden junto con los *Trichoptera* (con 93 individuos recolectados en la

subcuenca en estudio), prefieren vivir en sitios con buena oxigenación (Baptista, Buss, Egler, Giovanelli, & Silveira, 2006).

El segundo orden con mayor abundancia de insectos fue el *Coleoptera* con 588 individuos (**Tabla 2**). Los individuos de este orden habitan en casi todo tipo de aguas lóaticas y viven adheridos a una gran variedad de sustratos sumergidos (Hanson, Springer, & Alonso, 2010). El orden *Hemiptera* presentó un total de 108 individuos.

El orden *Odonata* con 65 individuos (**Tabla 2**), los taxones de este orden prefieren los fondos rocosos con aguas rápidas y limpias, debido a su forma alargada y a la presencia de traqueobránqueas caudales largas, cuya función es la de una fuente de oxigenación (Pino & Bernal, 2009). El orden con la menor abundancia durante la investigación fue *Diptera* con 26 individuos (**Tabla 2**), estos taxones son capaces de sobrevivir en diferentes tipos hábitats y tolerar ambientes enriquecidos de carga orgánica residual (Colla, César, & Salas, 2013). La mayor abundancia de individuos recolectados en ambas época del año se encontró en la estación 2 “Sarampión” (404 insectos acuáticos), con 139 individuos correspondientes a la época lluviosa y 265 de la época seca (**Tabla 3**). La mayor abundancia encontrada en la estación 2 pudo estar influenciada posiblemente por aspectos, tales como: tipo de sustrato, grado de alteración del medio, disponibilidad de vegetación sumergida, etc., (Vásquez & Reinoso, 2012).

**Tabla 2** Diversidad y abundancia total de insectos acuáticos encontrados en la subcuenca del río Carrizal, en época lluviosa (EL) y época seca (ES)

Orden	Familia	EL	ES	E1		E2		E3		E4		E5		E6		Total EL	Total ES	Total EL + ES
				EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES					
<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>		x				2									0	2	2
	<i>Coenagrionidae</i>		x				5				13					0	18	18
	<i>Calopterygidae</i>	x	x							3	7				2	3	9	12
	<i>Aeshnidae</i>	x	x	1	12					2	6					3	18	21
	<i>Lestidae</i>	x	x			2				5	5					7	5	12
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Ephemerellidae</i>	x								1						1	0	1
	<i>Leptohyphidae</i>	x	x			8	61	3	3	2	68			1	32	14	164	178
	<i>Isonychiidae</i>	x						1								1	0	1
	<i>Caenidae</i>	x	x			3					10					3	10	13
	<i>Leptophlebiidae</i>	x	x			12	36			1						13	36	49
	<i>Baetidae</i>	x	x	42	72	46	82	55	67	33	69	37	38	36	42	249	370	619

Trichoptera	<i>Hydropsychidae</i>	x	x				9	2	19	6	7	3	12	3	6	14	53	67
	<i>Psychomyiidae</i>	x	x						11			4				4	11	15
	<i>Polycentropodidae</i>	x						4		1		4				9	0	9
	<i>Apataniidae</i>	x								2						2	0	2
Coleoptera	<i>Limnycidae</i>	x	x	9	12	5		5	6		37		5	42	24	61	84	145
	<i>Elmidae</i>		x		9											0	9	9
	<i>Hydraenidae</i>	x		4												4	0	4
	<i>Hydrophilidae</i>	x	x			2	16							1		3	16	19
	<i>Dytiscidae</i>	x				1										1	0	1
	<i>Hygrobiidae</i>	x				3										3	0	3
	<i>Heteroceridae</i>	x		1												1	0	1
	<i>Noteridae</i>	x	x			1	7	2								3	7	10
	<i>Hydrochiidae</i>	x	x		4			1								1	4	5
	<i>Lutrochidae</i>	x						3		2						5	0	5
	<i>Chrysomelidae</i>	x	x	1					1							1	1	2
	<i>Staphylinidae</i>	x	x	36	45	55	33	29	36	24	2	49	36	23	16	216	168	384
Hemiptera	<i>Hebridae</i>	x	x	6	8		1	3					1	1	10	10	20	
	<i>Naucoridae</i>		x				1								0	1	1	
	<i>Hydrometridae</i>		x							7					0	7	7	
	<i>Mesoveliidae</i>	x	x	4	7		2	2	2		2		7		6	20	26	
	<i>Gerridae</i>	x	x	4	9	1			1	1	9		11		4	6	34	40
	<i>Veliidae</i>	x	x				3		7	4						4	10	14
Diptera	<i>Chironomidae</i>		x				7				11		1		7	0	26	26
<b>Total</b>	<b>34 Familias</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>108</b>	<b>178</b>	<b>139</b>	<b>265</b>	<b>110</b>	<b>153</b>	<b>87</b>	<b>253</b>	<b>97</b>	<b>110</b>	<b>107</b>	<b>134</b>	<b>648</b>	<b>1093</b>	<b>1741</b>

E1: Quiroga; E2: Sarapión; E3: Paraíso; E4: Calceta; E5: La Estancilla y E6: Tosagua

Tabla 3 Número de insectos encontrados en las seis estaciones de muestreo, en época lluviosa y seca

Estaciones	E1		E2		E3		E4		E5		E6	
	EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES
# individuos por época	108	178	139	265	110	153	87	253	97	110	107	134
<b>Total de individuos</b>	286		404		263		340		207		241	

El tipo de sustrato de la estación 2 es pedregoso y para su efecto son muchos más ricos en entomofauna acuática que otros tipo de sustratos (Rivera, 2004), además de contener hojarascas y macrofitas, que brindan una mayor disponibilidad de recursos, por lo que permite presentar una alta riqueza de especies (Burdet & Watts, 2009).

El número de individuos encontrados por estaciones de muestreo fue mayor en la época seca (1093 individuos) y menor en la época lluviosa (648 taxones)

**Tabla 3**, lo que concuerda con lo expuesto con Araúz, *et al.*, (2000), que

indican que las precipitaciones pluviales influyen sobre la abundancia de individuos, ya que el aumento del caudal favorece el arrastre de los macroinvertebrados acuáticos por las corrientes y su deposición en distintas partes del río.

## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL A TRAVÉS DE PARÁMETROS FÍSICOS E INDICES DE BIODIVERSIDAD

Los parámetros temperatura, OD y pH fueron comparados con los valores establecidos en la Legislación Ambiental del Ecuador (Libro VI, Anexo 1), para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, indicando que se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (TULSMA, 2013).

Tabla 4 Parámetros físicos medidos en la subcuenca del río Carrizal, en época lluviosa (EL) y seca (ES)

Parámetros físicos	E1 "Quiroga"		E2 "Sarampión"		E3 "Paraíso"		E4 "Calceta"		E5 "Estancilla"		E6 "Tosagua"	
	EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES
Oxígeno Disuelto (mg/L)	3,96	5,56	5,45	5,89	5,34	5,49	5,14	6,18	4,88	5,15	5,12	5,16
Potencial de Hidrógeno	7,4	7,5	7,46	7,7	7,56	7,7	7,7	7,82	8,1	8,15	8,01	8,15
Temperatura (°C)	27	26,5	26,5	26,5	27	27,3	28,4	26,8	29,5	28	29,4	28,3

La diversidad en la subcuenca del río Carrizal para la época lluviosa y seca fue media de  $H' = 2,2$  y  $H' = 2,6$ , respectivamente (**Gráfico 1**), es decir, la diversidad fue menor en la época lluviosa en comparación con la época seca; los valores de  $H'$  comprendidos entre 1,50-2,7 indican diversidad media, aunque la estación 4 "Calceta", presenta en las 2 épocas valores por encima de 2,7 indicando diversidad alta, según Araúz, *et al.*, (2000), el incremento en el caudal del río a causa de las precipitaciones pluviales favorece la deriva y el

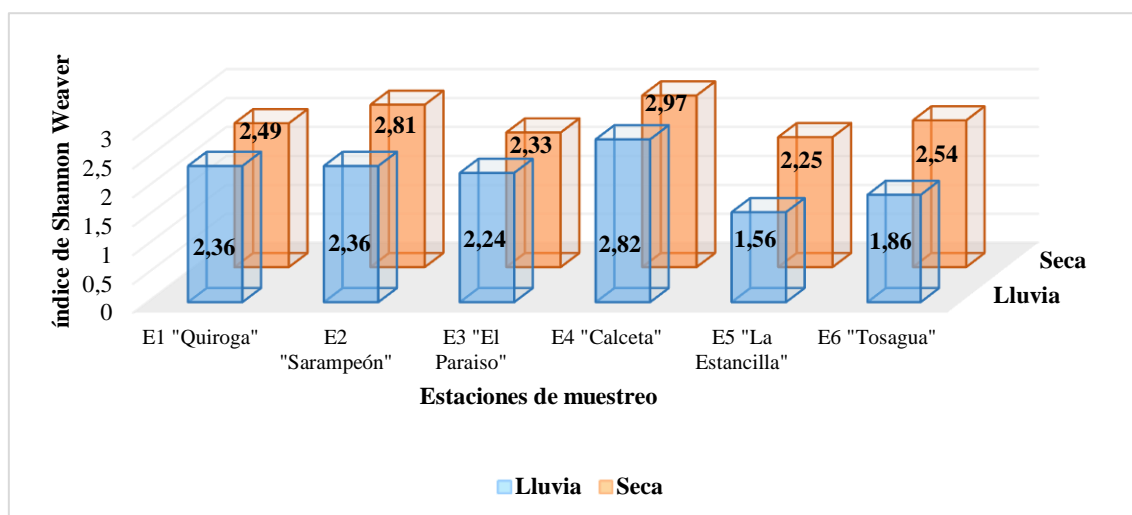


Gráfico 1 Valores del índice de Diversidad y Abundancia de los macroinvertebrados acuáticos encontrados en la subcuenca del río Carrizal, en la época lluviosa y seca

arrastre de los macroinvertebrados acuáticos y la turbiedad influye en la disminución del número de individuos, y por tanto de la diversidad.

Los índices biológicos EPT (**Gráfico 2**) y BMWP (**Gráfico 3**), coincidieron en la calificación de la calidad del agua en las seis estaciones de muestreo establecidas en la subcuenca del río Carrizal. El análisis EPT y el índice biológico BMWP indicaron que para las estaciones 2 (Sarampión) y 4 (Calceta), la calidad del agua es buena, esto se debe a las características de las estaciones tales como: sustrato pedregoso, presencia vegetación en la ribera del río y sumergida, etc. Mientras que para las estaciones 1 (Quiroga), 3 (Paraiso) y 6 (Tosagua), la calidad del agua según los índices biótico fue media, lo que puede estar influenciado por factores antropogénicos tales como, el represamiento, remoción de la vegetación ribereña y actividades agropecuarias que ocasionan cambios drásticos en el flujo natural de la materia y la energía y modificaciones en el ciclo de nutrientes así como en la disponibilidad de sustratos orgánicos (Coutinho, *et al.*, 2009).

Además concuerdan en reflejar que la calidad del agua de la estación 5 (Estancilla), es baja, esto se debe posiblemente a que en el sitio la Estancillas se vierten aguas residuales directamente al cauce del río, cuyo efectos repercuten sobre la diversidad de las comunidades de insectos acuáticos (Ríos, *et al.*, 2014), y a la escasa vegetación en la ribera del río, por lo que Alonso (2006) menciona que donde existe una reducción de la vegetación ribereña por actividades antrópicas como agricultura, se presenta una reducción de la diversidad acuática.

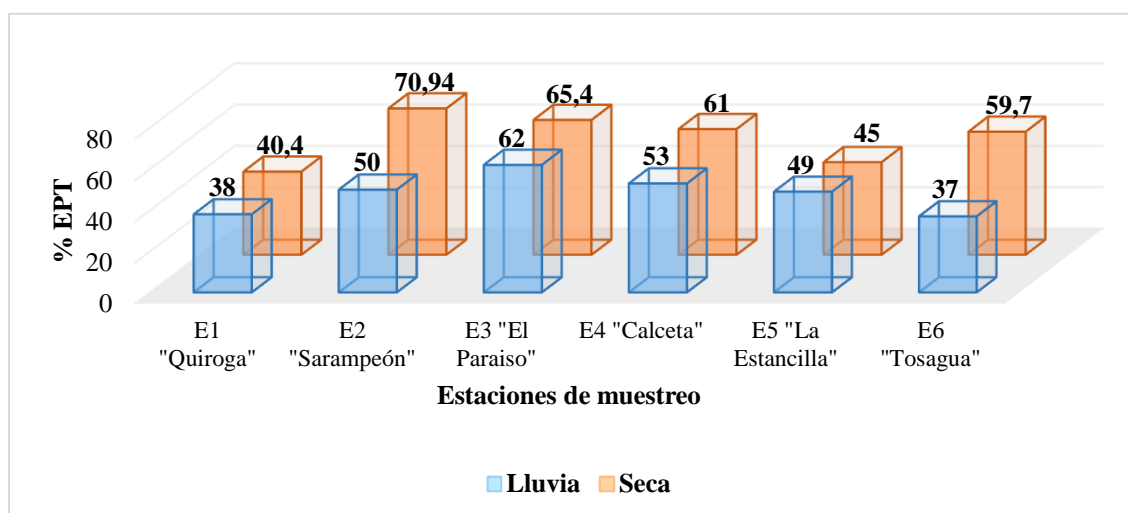


Gráfico 2 Calidad del agua de la subcuenca del río Carrizal según el porcentaje EPT, en época lluviosa y seca



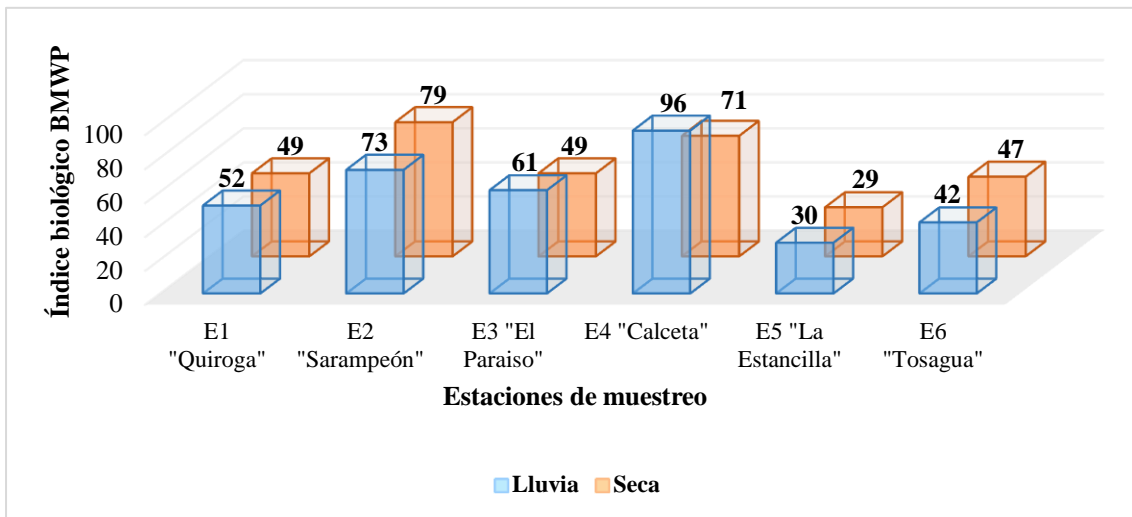


Gráfico 3 Calidad del agua de la subcuenca del río Carrizal, según el índice BMWP en época lluviosa y seca

### CORRELACIÓN DEL ÍNDICE BMWP Y LOS PARÁMETROS FÍSICOS EVALUADOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO

Según Battle & Golladay (2001), el estudio de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad del agua, permite estimar si estos han sido o no afectados por cambios físicos o químicos en su hábitat. Por lo expuesto, se ve necesario realizar un análisis de correlación por rangos de Pearson entre las variables físicas y el índice biológico BMWP. Entre las variables físicas del medio acuático consideradas dentro de la investigación se encuentran: pH, oxígeno disuelto y temperatura, siendo factores que ejercen una importante influencia sobre la distribución de los macroinvertebrados fluviales y son a menudo los parámetros a los cuales los macroinvertebrados son más sensibles (Meza, *et al.*, 2012).

Como se observa en la **tabla 5**, de las tres variables físicas evaluadas, sólo el oxígeno disuelto y la temperatura correlacionaron con el BMWP. El índice biótico correlacionó negativamente con la temperatura ( $r = -0,700$ ), es decir que a medida que el índice disminuye esta variable aumenta. Mientras que con el oxígeno disuelto ( $r = 0,875$ ), correlaciono positivamente, es decir esta variable es proporcional al índice biológico. Por otra parte no se evidencio una correlación significativa entre el BMWP y el pH. Por otra parte entre el BMWP y el pH no existe una correlación clara, debido a que una correlación más próxima a cero indica que no hay relación lineal entre las dos variables (Fernández & Díaz, 2004).

Tabla 5 Correlación de Pearson entre el índice BMWP y los parámetros físicos evaluados en época lluviosa y época seca

Correlación de Pearson	Parámetros físicos					
	Época Lluviosa			Época Seca		
	OD	pH	°C	OD	pH	°C
<b>BMWP</b>	0,317	-0,540	-0,434	<b>0,875</b>	-0,476	<b>-0,700</b>
La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)						

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, A., 2006. Valoración del efecto de la degradación ambiental sobre los macroinvertebrados bentónicos en la cabecera del río Henares. Ecosistemas, Asociación española de ecología terrestre.
- Araúz, B., Amores, B., & Medianero, E. (2000). Diversidad de distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del río Chico (provincia de Chiriquí, república de Panamá). Scientia, 15(1), 27-45.
- Bahamondes, R., & Gaete, N. (2009). Manejo de Cuencas Hidrográficas. Chile.
- Baptista, D., Buss, D., Egler, M., Giovanelli, A., & Silveira, M. (2006). A multimetric index base don benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest Streams at Rio de Jaineiro State, Brazil. Hydrobiologia, 575, 83-94.
- Battle, J., & Golladay, S. (2001). Water Quality and Macroinvertebrate Assemblages in three Types of Seasonally Inundated Limesink Wetlands in Southwest Georgia. Georgia.
- Burdet, A., & Watts, R. (2009). Modifying living space: an experimental study of the influences of vegetation on aquatic invertebrate community structure. Hydrobiologia.
- Colla, M., César, I., & Salas, L. (2013). Benthic insects of the El Tala river (Catamarca, Argentina): longitudinal variation of their structure and the use of insects to assess water quality. Braz J Biol., 73, 357-366.
- Conferencia Hidrográfica del Ebro. (2005). Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la Directiva Marco del Agua . Madrid.
- Coutinho, H., Noellemeyer, E., Jobbagy, E., Jonathan, M., & Paruelo, J. (2009). Impacts of land use change on ecosystems and society in the Rio de la Plata basin. Tiessen & J.W.B. Stewart.
- Del C. Guinard, J., Ríos, T., & Bernal, J. (2013). Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de las cuencas alta y baja del río Gariché, provincia de Chiriquí, Panamá. Gestión y Ambiente, 16(2), 61-70.

- Fernández, P., & Díaz, P. (2004). Relación entre variables cuantitativas. *Cad Aten Primaria*.
- Hanson, P., Springer, M., & Alonso, R. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(4).
- Karr, J., & Chu, E. (1999). Restoring life in running waters: Better biological.
- Lampert, W., & Sommer, U. (2007). *Limnoecology: The ecology of lakes and stream*. New York: Oxford University.
- Meza, S., Rubio, J., Dias, L., & Walteros, M. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia*.
- Molina, C., Fossati, O., & Marín, R. (2006). Ensayo de un método para el estudio de macroinvertebrados acuáticos en un río contaminado de la ciudad de la Paz - Bolivia. Chile: Universidad de Chile.
- Muñoz, S., Naranjo, C., Garcés, G., D., G., Musle, Y., & Rodríguez, L. (2003). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES. *Revista Chapingo*, 9(2), 147-153.
- Pino, R., & Bernal, J. (2009). Diversidad, distribución de la comunidad de insectos acuáticos y calidad del agua de la parte alta y media del río David, provincia de Chiriquí, república de Panamá. *Gestión y Ambiente*, 12(3), 73-84.
- Ríos, T., González, G., & Bernal, J. (2014). Diversidad de insectos acuáticos y calidad del agua de los ríos David y Mula, provincia de Chiriquí, Panamá (Vol. 18). Panamá.
- Rivera, R. (2004). Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en ríos de páramo y zonas boscosas, en los andes venezolanos. Mérida: Universidad de los Andes.
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, L. (2007). Parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua, estado del arte. *Ingeniería e Investigación*.
- TULSMA. (2013). Revisión y actualización de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes : recurso agua. ecuador: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.
- Vásquez, J., & Reinoso, G. (2012). Estructura de la fauna béntica en corrientes de los Andes Colombianos. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(2), 351-358.

