



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Laboratorio Nacional de Aguas

Clasificación biológica y microbiológica de 198 cuerpos de aguas dulces superficiales lóticos (271 puntos de muestreo) en Costa Rica, utilizando el Reglamento para la Clasificación de Cuerpos de agua Superficiales: 33-903 MINAE-S. Período 2010-2021

Elaborado por: Biol. José Manuel Quirós Sanabria
Colegiado N°: 684

Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado

Marzo, 2022

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
+506 2242-5000 * www.aya.go.cr
Pavas, San José, Costa Rica



**INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**

COSTA RICA



**Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo**

**Autorización institucional para publicar tesis, estudios, artículos y/o
informes propiedad intelectual de AyA
en el Repositorio digital del CEDI**

Yo, Alejandra Mora Segura

N° cédula: 4-0171-0459

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como gerente general y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo, la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio digital Institucional y Catálogo en línea (OPAC), la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso, son exclusivos de la institución.

E-mail: alemora@aya.go.cr

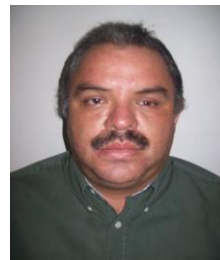
N° teléfono: 2242-5031

Firma: _____

ÍNDICE GENERAL

	Página
- Resumen	3-4
- Introducción	4-8
- Objetivos	8-9
- Materiales y Método	9-18
- Resultados y discusión	18-94
- Conclusiones	94-97
- Recomendaciones	97
- Agradecimientos	97
- Referencias Bibliográficas	98-101
- Anexos	101-110

Clasificación biológica y microbiológica de 198 cuerpos de aguas dulces superficiales lóticos (271 puntos de muestreo) en Costa Rica, utilizando el Reglamento para la Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales: 33-903 MINAE-S. Período 2010 - 2021.



José Manuel Quirós Sanabria (1)

Resumen

En el siguiente estudio se determinó la calidad Biológica y Microbiológica de 198 cuerpos de agua superficiales de aguas dulces lóticos (cuerpos de agua como ríos o quebradas en el cual el agua se mueve en una dirección), en 271 puntos de muestreo (ríos, quebradas) en todo el país, durante 12 años de monitoreo, 2010-2021. Según Mora & Mata (2003), las aguas superficiales son las que provienen de ríos, quebradas, lagos, embalses, canales de irrigación, etc. Sin embargo, para este trabajo no se consideraron los lagos, ni cuerpos de agua lénticos (aguas quietas, sin movimiento), ya que los resultados del índice biológico BMWP-CR, no son un buen indicador de la calidad de agua de estos cuerpos de agua.

Para realizar este estudio se utilizó el índice biológico BMWP-CR, que se originó del Índice Británico BMWP elaborado por el National Water Council (1982) (OCM.um.es/avances-ecologicos). En los puntos de muestreo seleccionados se aplicó el Índice Biológico BMWP'-CR (Biological Monitoring Working Party score modificado para Costa Rica por Astorga, Martínez, Springer y Flowers (MINAE-S, 2007), del Reglamento 33-903 MINAE-S de La Gaceta del 17 de Setiembre del 2007. El cual fue adaptado con base en el índice BMWP' de Alba-Tercedor & Sánchez (1988). También se realizó la clasificación de las 5 clases microbiológicas, utilizando los mismos códigos de colores usados para el índice biológico, establecidos en el mismo reglamento y se determinaron algunos parámetros físicoquímicos del agua como turbidez (UNT, unidades nefelométricas de turbidez), pH (grado de acidez), temperatura del agua (en grados celcius), la conductividad (en microsiemens por centímetro) y color aparente (Unidades de Color). Una vez obtenidos los resultados biológicos y microbiológicos, se determinó el Coeficiente de correlación de Pearson (**r**), para establecer el grado de correlación obtenido, entre el BMWP-CR y el índice microbiológico y el BMWP-CR y de ambos índices vs los parámetros físicoquímicos. Los resultados obtenidos del Índice biológico BMWP'-CR vs la concentración de Coliformes Fecales en los 271 puntos de muestreo, presentó un Coeficiente de Correlación **r = -0,14 (similar al valor obtenido al de los años anteriores de -0,13, en el 2017, -0,12 en el 2018, -0,09 en el 2019 y -0,10 en el 2020)**, manteniéndose la correlación entre las dos variables en una relación inversamente proporcional, o sea, a

mayor concentración de coliformes fecales, menor índice biológico.

En cuanto a el coeficiente de correlación (**r**) del índice biológico vs la turbiedad del agua, el valor obtenido de **r** = **-0,16**; el coeficiente de correlación entre la clase microbiológica vs la turbiedad proporcionó un **r** = **0,03**. El coeficiente **r** de clase microbiológica vs pH fue de **-0,05**, presentando una correlación inversamente proporcional entre el pH y la concentración de coliformes fecales; el coeficiente **r** de BMWP-CR vs pH arrojó un valor de **0,08**. El coeficiente **r** de clase microbiológica vs temperatura fue negativo con un valor de **-0,05**; el valor de **r** de BMWP-CR vs temperatura fue de **-0,01**. El coeficiente **r** de clase microbiológica vs conductividad fue de **r** = **0,05**; en cuanto a la correlación de la conductividad vs el índice biológico se obtuvo un **r** de **-0,3**. Finalmente, el coeficiente de correlación del BMWP-CR vs el color aparente fue de **r** = **-0,21** y el **r** obtenido de la clase microbiológica vs el color aparente fue de **r** = **0,13**, mostrando una correlación directamente proporcional, despreciable.

En cuanto al Índice Biológico, las clases más frecuentes fueron; **la Clase 3**, al igual que los años anteriores, (código color amarillo, en 106 puntos de muestreo, equivalente a un **39%**), seguido por la clase 4, al igual que en el 2017 y el 2021 (código naranja, con 71 puntos de muestreo, equivalente a un **26%**); luego la clase 2 (código verde, con 62 puntos de muestreo, un **23%**), luego la clase 5 (código rojo con 27 puntos de muestreo, un **10%**) y por último la menos frecuente fue la clase 1 (código azul, con 5 puntos de muestreo, un **2%** del total de puntos muestreados).

Con respecto a la **calidad microbiológica** del agua, la clase más frecuente fue **la clase 2**, al igual que en los años anteriores (código verde, con 150 puntos de muestreo, equivalente a un **55%**), luego las clases 4 y 5 (códigos naranja y rojo, con 39 puntos de muestreo, un **14,5%**, en ambas), seguido por la clase 3, con 24 puntos de muestreo, un **9%**) y finalmente la clase 1 (código azul, con 19 puntos de muestreo, un **7%**) del total de puntos de muestreo.

(1) **Licenciado en Biología Tropical. Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.**

Palabras clave: BMWP, correlación, agua, índice, clase, macroinvertebrados, coliformes, fecales, clase.

Introducción:

La valoración de la calidad de las aguas superficiales basada en índices biológicos indicadores de contaminación se empezó con Kolenati (1848) y Cohn (1853) (citados por Liebman, 1962). En estos trabajos se encontró que los organismos presentes en aguas contaminadas eran diferentes a los organismos en aguas limpias. Otras investigaciones fueron realizadas por Forbes (1910) en el Río Illinois (citado por Charpentier y Tabash, 1988), estas sirvieron para medir el grado de contaminación de los ríos por medio de indicadores biológicos. Desde entonces, se han desarrollado más de 50 métodos diferentes para valorar la calidad biológica de un cuerpo de agua (De Pauw y Vanhooren, 1983). Richardson (1928, citado por Persoone y De Pauw, 1979), realizó sus estudios sobre la

calidad de un cuerpo de agua basado en los macroinvertebrados indicadores. Identificó los invertebrados bentónicos del Río Illinois, según su tolerancia a la contaminación y los dividió en dos grupos, el grupo de especies de aguas contaminadas y el de especies de aguas limpias. Según (UNESCO, 2003); (citado por Hernández y Cárdenas, 2018), la producción mundial de aguas residuales es de aproximadamente 1,500 Km³ cúbicos, asumiendo que un litro de ellos contamina 8 litros de agua dulce, la carga de contaminación sería de 12, 000 km³ cúbicos. En este sentido, los cuerpos de agua limpios y abundantes para uso público son más difícil de encontrar, pues en su mayoría todos son fuentes receptoras de vertimientos puntuales y difusos no autorizados, los cuales requieren costosos tratamientos para su posterior consumo o aplicación. La evaluación de la calidad del agua ha sido primordial para desarrollar el tipo de medidas reductoras de contaminación en los cuerpos hídricos (Torres, Cruz & Patiño, 2009).

Según APHA (2017), los macroinvertebrados bentónicos utilizados para el estudio de cuerpos de agua superficiales, son aquellos que quedan retenidos en un tamiz N° 30 de la U.S Standard, de (>500 μ m). Según Euskadi (2003), los bioindicadores se emplean para evaluar la calidad promedio que mantiene el agua en períodos más o menos largos. En la península Ibérica, por ejemplo, son indicadores de buena calidad del agua, ciertos grupos de macroinvertebrados bentónicos, como ciertas ninfas de efemerópteros, trichópteros o plecópteros. Para Cairns & Kennet (1971), los organismos bentónicos son utilizados debido a que algunas especies son extremadamente sensibles a la contaminación y responden alejándose rápidamente del lugar alterado, además, la fauna bentónica por lo general tiene un ciclo de vida de varios meses o más y su forma de vida no está sujeta a migraciones continuas, por lo que sirven como monitores naturales de la calidad del agua.

En el siguiente estudio, se aplicó el Índice Biológico BMWP-CR (Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica), que se incluye en el “Reglamento para la evaluación y la clasificación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales”. Los resultados obtenidos en algunos estudios realizados en este Laboratorio, reflejan adecuadamente las condiciones y las diferencias que existen en la calidad de una estación de muestreo sometida a niveles de alteración en un determinado ecosistema, sobre todo en lo referente a la contaminación producida por el hombre.

Según Pasual *et al.*, (2019), se han venido desarrollando diferentes herramientas para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos, tales como los parámetros físicoquímicos del agua según el cuerpo de agua (ríos, lagos, bofedales, mares y otros) y los bioensayos o ensayos ecotoxicológicos (Iannacone *et al.*, 2003; Muñoz-Riveaux *et al.*, 2003; Trama *et al.*, 2009; Fierro *et al.*, 2012; Villamarin *et al.*, 2013), (citados por Pasual *et al.* (2019). También se han desarrollado índices biológicos específicos para cada país o región, muy útiles en la detección del deterioro o mejoramiento de la calidad de un determinado cuerpo de agua.

Los índices biológicos tienen la característica de almacenar más información histórica, ya que los vertidos esporádicos producen cambios cualitativos y una disminución en la riqueza biológica y el medio acuático necesita tiempo para ser recolonizado por las mismas especies. El principal inconveniente vinculado al cálculo de los índices biológicos se centra en la correcta identificación taxonómica de los organismos. Esta dificultad puede reducirse en la práctica limitando el estudio a los macroinvertebrados y a las algas, grupos suficientemente representativos para llevar a cabo una evaluación adecuada. Por otro lado, se tiende cada día más a la búsqueda y empleo de índices que, siendo fiables, puedan

aplicarse sin necesidad de llegar a determinaciones específicas. En este sentido, se encuentra el BMWP` revisado de Hellawell, que solo requiere identificaciones a nivel de familia.

Por otra parte, el modelo “Sistemática de la calidad de las aguas Fluviales” (Modelo SCAFR) que permite obtener el índice E o índice de Estado Ambiental, fue desarrollado en 1990 por personal de la empresa Anbiotek (Anbiotek, 1993; in Gobierno Vasco, 1993), a partir de los estudios precedentes a la actual Red de Vigilancia del Gobierno Vasco. Este modelo fue desarrollado con el fin de disponer de una metodología que englobara los distintos aspectos concurrentes en los estudios de ecosistemas acuáticos y unificara la metodología existente sobre el estudio de los ríos, coincidiendo en sus líneas maestras con la filosofía que subyacía en la Propuesta de Directiva 94/C222/06 sobre la Calidad Ecológica del Agua de La Unión Europea (Unión Europea, 1994), propuesta de directiva anterior a la Directiva Marco 2000/60 aprobada en el año 2000. Este modelo determina el estado ambiental mediante dos funciones de probabilidad: $P(D)$ y $P(BMWP')$. Este último calculado a partir del índice BMWP`, mide la calidad del medio físico (calidad físicoquímica del agua, estado del sustrato y del cauce, efecto de la regulación hidráulica) mediante el número de taxones o especies poco resistentes a la contaminación física y/o química. Según Costa *et al.* (2008), los parámetros físicoquímicos son muy importantes, pero no proporcionan suficiente información respecto a los efectos de los contaminantes sobre la biota acuática para la protección del medio ambiente, por lo que es conveniente realizar ensayos toxicológicos.

La Calidad del agua es la condición general que permite que el agua se emplee para usos diversos, está determinada por la hidrología, la calidad físicoquímica y la masa de agua a que se refiera. Las características hidrológicas son importantes ya que indican el origen, cantidad del agua y el tiempo de permanencia, entre otros datos. Estas condiciones tienen relevancia ya que, según los tipos de sustratos por los que viaje el agua, esta se cargará de unas sales u otras en función de la composición y la solubilidad de los materiales de dicho sustrato. Así, las aguas que discurren por zonas calizas (rocas muy solubles) se cargarán fácilmente de carbonatos, entre otras sales. En el otro extremo, los cursos de agua que discurren sobre sustratos cristalinos, como los granitos, se cargarán muy poco de sales y aparecerá sílice en cantidad apreciable (Ramírez y Viña, 1998); citado por cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos//pom/_amoya//diagnostico/1211.pdf).

En este estudio se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, este es una medida de la correspondencia o relación lineal entre dos variables cuantitativas aleatorias. En palabras más simples, se puede definir como un índice utilizado para medir el grado de relación que tienen dos variables, ambas cuantitativas. Este coeficiente es una medida que indica la situación relativa de los sucesos respecto a las dos variables, es decir, representa la expresión numérica que indica el grado de correspondencia o relación que existe entre las dos variables. Estos números varían entre +1 y -1. La dimensión indica el nivel de asociación entre las variables, cuando es menor a cero ($r < 0$), se dice que hay correlación negativa: Las variables se correlacionan en un sentido inverso. A valores altos en una de las variables, le suelen corresponder valores bajos en la otra variable y viceversa. Cuando el valor esté más próximo a -1, dicho coeficiente de correlación más evidente sería la covariación extrema. Si $r = -1$ se habla de correlación negativa perfecta, la cual supone una determinación absoluta entre ambas variables, en sentido directo coexiste una relación lineal perfecta de pendiente negativa. Cuando es mayor a cero ($r > 0$) se dice que hay

correlación positiva: ambas variables se correlacionan en un sentido directo. A valores altos de una de las variables, le corresponden valores altos en la otra variable e igualmente en una situación inversa sucede con los valores bajos. Cuánto más próximo a +1 se encuentre el coeficiente de correlación más evidente será la covariación. Si $r = 1$ se habla de correlación positiva perfecta, la cual supone una determinación absoluta entre las variables, en sentido directo (o existe una relación lineal perfecta de pendiente positiva). Cuando es igual a cero ($r = 0$) se dice que las variables están incorrectamente relacionadas, no es posible establecer algún sentido de covariación, no existe relación lineal, pero esta no implica necesariamente que las variables sean independientes, pudiendo existir relaciones no lineales entre las variables. Cuando las dos variables son independientes se dice que no están correlacionadas, aunque el resultado de reciprocidad no es necesariamente cierto. (www.webyempresas.com/coeficiente). Según (www.ccg.unam.mx), lo interesante del índice de correlación es que r es en sí mismo una medida del tamaño del efecto, que suele interpretarse de la siguiente manera:

- 1- Correlación despreciable: $r < [0.1]$
- 2- Correlación Baja: $[0.1] < r \leq [0.3]$
- 3- Correlación mediana: $[0.3] < r \leq [0.5]$
- 4- Correlación fuerte o alta: $r > [0.5]$

En cuanto a la calidad microbiológica, se determinó la concentración de coliformes fecales, según Mora y Mata (2003), los coliformes fecales o termorresistentes son bacterias anaeróbicas facultativas, no esporuladas, Gram negativas, que pueden fermentar la lactosa a 44,5 °C, en un período de 24 horas. Comprenden el género *Escherichia* y en menor grado especies de *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. Están presentes en grandes cantidades en las heces de animales de sangre caliente y del ser humano. Su presencia en aguas o alimentos sirve de indicador indirecto de contaminación fecal y del riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas intestinales. La presencia de los coliformes termorresistentes y en especial la de *E. coli*, indica contaminación fecal reciente.

En este estudio se determinó la Clasificación Microbiológica de los puntos de muestreo analizados, para lo cual también se utilizó el Reglamento 33-903 MINAE-S de La Gaceta de setiembre del 2007, en el cual se hace una clasificación en 5 clases Microbiológicas siendo de la siguiente manera:

Cuadro 1 del Capítulo II: Parámetros complementarios para la determinación de la calidad de las aguas de cuerpos de agua superficiales para las clases establecidas en este reglamento: Parámetros Biológicos:

Coliformes Fecales NMP/100 ml:

- a- Clase 1 (< 20 NMP/100 ml)
- b- Clase 2 ($20 - 1000$ NMP/100 ml)
- c- Clase 3 ($1000 - 2000$ NMP/100 ml)
- d- Clase 4 ($2000 - 5000$ NMP/100 ml)
- e- Clase 5 (> 5000 NMP/100 ml)

Aunque en el Reglamento no se establecen un código de colores para identificar

cada clase microbiológica, por motivos de uniformidad se decidió establecer los mismos colores que el índice biológico BMWP-CR, siendo azul para la clase 1; verde para la clase 2; amarillo para la Clase 3; naranja para la clase 4 y por último rojo para la clase 5.

Objetivos:

- General:

- 1- Realizar la clasificación Biológica y microbiológica de 198 cuerpos de agua superficiales lóaticas (271 puntos de muestreo) en Costa Rica, utilizando el índice biológico BMWP-CR y las clases microbiológicas del Reglamento 33-903 MINAE-S.

- Específicos:

- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre el índice biológico BMWP-CR vs la Concentración de Coliformes Fecales, en los cuerpos de aguas dulces superficiales.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre el índice biológico BMWP-CR vs la turbiedad del agua.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre la clase microbiológica vrs la turbiedad del agua.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre el índice biológico BMWP-CR vs el pH del agua.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre la clase microbiológica vrs el pH del agua.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre el índice biológico BMWP-CR vs la temperatura del agua.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre la clase Microbiológica vs la temperatura del agua.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre el índice biológico BMWP-CR vs el pH del agua.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre la clase Microbiológica vs el pH del agua.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre el índice biológico BMWP-CR vs la conductividad del agua.

- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre la clase Microbiológica vs la conductividad del agua.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre el índice biológico vs el color aparente del agua.
- Determinar el Coeficiente de Correlación (r) entre la clase Microbiológica vs el color aparente del agua.

Materiales y método:

En esta investigación se utilizó la metodología descrita en el capítulo V del monitoreo biológico del decreto N° 33-903-MINAE-S, de La Gaceta, 17 de setiembre del 2007 “Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales”. Este reglamento establece como organismos indicadores de la calidad del agua a los grupos representantes de los macroinvertebrados bentónicos. Los macroinvertebrados bentónicos son organismos acuáticos pertenecientes al grupo de los invertebrados que viven adheridos al sustrato. La metodología utilizada para la recolección de las muestras fue la siguiente.

- 1- Se realizó de uno a 12 muestreos Biológicos y Microbiológicos de 198 cuerpos de agua superficiales en 271 puntos de muestreo, período 2010 - 2021. La técnica utilizada para el muestreo biológico fue la red de mano Tipo D o red blanca (**Figura 1**), con malla de 500 μm de poro y apertura de 20 a 25 cm. Se recolectaron muestras microbiológicas en cada punto de muestreo, para medir la concentración estimada de coliformes fecales en 100 ml de muestra de agua, se realizaron muestreos puntuales. Según Mora & Mata (2003), esos consisten en la evaluación de la calidad del agua en una unidad de tiempo dada. Es el muestreo realizado para análisis microbiológicos y físicoquímicos en un momento dado, el cual sirve para evaluar la calidad del agua en ese momento, por lo que dicho resultado no se puede extrapolar cronológicamente a todos los tiempos. Las muestras bacteriológicas se tomaron utilizando botellas de vidrio debidamente esterilizadas, las cuales fueron transportadas en hieleras conteniendo hielo y analizadas en el Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). Además, se determinaron algunos parámetros de campo como la turbiedad (UNT, Unidades Nefelométricas de Turbidez), la temperatura del agua, en grados celcius, el pH, la conductividad y el color aparente del agua. Los 198 cuerpos de agua superficiales (son 198, ya que el río Tiribí, el María Aguilar y el río Pacuare, se muestrearon en dos provincias diferentes), las fuentes de agua superficiales y los puntos muestreados fueron los siguientes:

Cuadro 1: 198 Cuerpos de agua dulce superficiales monitoreados (271 puntos de muestreo), período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia
1a- Río Habana La Fortuna Arriba (Alajuela)
1b- Río Habana Abajo Puente
1c- Río Habana Antes presa CTPF
2a- Río Fortuna Arriba de Poza
2b- Río Fortuna Catarata
2c- Río Fortuna Puente Carretera
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna
3b- Río Burío Ecocentro Lanus
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto
6- Quebrada Doña Ana La Guácima
7- Quebrada Matías Atenas
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva
9- Río Frío Los Chiles Muelle
10a- Río Cañuela Concepción San Ramón Pte
10b- Río Cañuela 200m arriba pte
11- Río La Prensa Concepción
12- Río Jesús Balboa San Ramón
13- Río El Brazo Pte Río Celeste
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente
16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia
17- Río Siquiaries El Coyol de Alajuela
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera
21- Quebrada Naciente La Colina San Ramón Constructora
22- Quebrada Pajuilita en San Carlos
23a- Río Alajuela Puente Negro
23b- Río Alajuela Puente Pavas
24- Río Chaguite en Grecia
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos
26- Quebrada La Danta en San Carlos
27- Río Chorreras en Alajuela

28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos
30- Río San Pedro en San Carlos
31- Quebrada El Colorado en Poás
32- Quebrada Nacientes Mariana Castillo en San Ramón
33- Río San Pedro en San Ramón
34- Río Achiote en Grecia
35- Río Prenditas en Poás
36- Quebrada Baldí o Guillermina en San Carlos Hotel Baldí Hot Springs
37- Río Medio Queso en Los Chiles
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca
41- Quebrada El Salto en San Carlos
42- Río Thiales en Guatuso
43- Quebrada Nac Bijagua en Upala
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)
45- Río Negro Aserri
46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal
46b- Río Tabarcia Puente Corralar Puriscal
47- Quebrada El Salto Puriscal
48- Quebrada El Sitio Tarrazú
49- Quebrada La Cruz Tarrazú
50- Quebrada Serrano Paraíso Quetzal Dota
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon
51b- Río Savegre Dota Puente Catarata
51c- Río Savegre Abajo descarga Truchas
51d- Río Savegre Puente Dantica
51e- Río Savegre Campamento Cumbre
52- Río Pirris Cerro de La Muerte Dota
53- Río Agrá Moravia Puente Carretera
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera
54b- Río Jaboncillal Los Coyotes
54c- Río Jaboncillal Finca Cubero Puente
54d- Río Jaboncillal Toma AyA
55- Quebrada El Caño PZ
56- Río Quebradas PZ Toma AyA
57- Quebrada La Veranera PZ
58- Río Zapotillo Pérez Zeledón
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra
59b- Río Peñas Blancas PZ Finca Nery Granados

59c- Río Peñas Blancas Universidad de York
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma
60b- Río Virilla EBI La Carpio
61- Quebrada Catalina Escazú
62- Río Tulín Turrubares San Antonio
63- Quebrada El Sur Turrubares Macaw Lodge
64a- Río Torres Barrio México Cipreses
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico
64c- Río Torres Hogar Calazanz San Rafael Montes de Oca
65a- Río Tiribí Rancho Redondo
65b- Río Tiribí Desamparados
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal
66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta
66- Río Las Bonitas en PZ toma agua ASADA
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana
69- Quebrada Zacatales Campamento Cumbre Dota
70- Quebrada Junquillo o Junquillal Puriscal
71- Quebrada Pilas Parque Valle del Sol Santa Ana
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú
73- Río Agres Finca Embrujo Verde Escazú
74- Quebrada Pinares Curridabat
75- Quebrada Barrial en Moravia
76- Río Cañas en Aserrí
77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserrí
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón
83- Río Tarrazú en Desamparados
84- Quebrada Canet en Tarrazú
85- Quebrada Lajas en Santa Ana
86a- Río Ocloro frente Clínica Carlos Durán
86b- Río Ocloro 200 m al sur de Casa España Sabana Norte
87- Quebrada Tarbaca 15 m antes de Planta
88- Quebrada Grande en Puriscal
89- Río Guatuso en Aserrí EBI
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)

90b- Río Pacuare San Martín Siquirres
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales
91- Quebrada Guayacán Siquirres ICE
92- Río San Box Talamanca
93- Río Destierro Milano Siquirres
94- Río Blanco Liverpool Limón Pte arriba
95a- Río Bananito arriba 1 Km arriba Toma AyA
95b- Río Bananito Toma AyA
96a- Río Banano Finca Alberto Hidalgo Matama
96b- Río Banano Cerca Desembocadura
97- Río Aguas Zarcas Matama 1 Km Arriba Pueblo
98- Río La Estrella 500 m arriba pte carretera
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres
101- Río Siquirres Toma AyA
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro
102b- Río Guápiles Boulevard
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo
104- Quebrada Carbón en Talamanca
105a- Río Pacuare San Joaquín Turrialba (Cartago)
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión
106b- Río Tiribí Planta ICE La Unión
106c- Río Tiribí Laboratorio AyA Tres Ríos
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote
107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos
108- Quebrada El Bosque La Carpintera Tres Ríos
109a- Río María Aguilar Concepción La Unión
109b- Río María Aguilar Puente Chuma Calle Naranja Concepción
110a- Río Aquiares Turrialba Finca Blanco y Negro
110b- Río Aquiares Salón Comunal Aquiares Turrialba
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar
111a- Quebrada La Ocho Colegio CTPP costado Pte Jiménez
111b- Quebrada La Ocho 1 Km arriba Jiménez
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal
113- Río Humito Pejibaye Puente Carretera
114- Río Humo Puente Pejibaye

115a- Río Colorado Arriba Turrialba
115b- Río Colorado Centro Turrialba
116- Quebrada Las Cabras El Guarco Toma AyA
117- Quebrada Guayabal Guarco
118a- Río Purires Tablón Arriba Guarco
118b- Río Purires Puente Barranca Guarco
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera
119b- Quebrada Arriaz CEANA
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jiménez
121- Río Turrialba Puente nuevo
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)
124- Quebrada Colegio Alejandro Quesada Concepción La Unión
125- Quebrada Guayabo Monumento Nacional Guayabo Turrialba
126- Tanque Almacenamiento Monumento Nacional Turrialba
127- Quebrada Chaguite, Tres Ríos, Cartago
128- Quebrada Navarro en Guarco
129- Río Púcares en Paraiso al sur del Estadio
130- Quebrada Jucó en Cartago
131- Quebrada Grande La Cusinga Uvita (Puntarenas)
132a- Río Higuerón o Morete Uvita Rancho La Merced
132b- Río Higuerón en Osa Finca Perla
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos
134- Río Portalón Portasol en Quepos
135- Quebrada Camaronera Quepos Aguirre
136- Río Parrita Sardinal Puntarenas
137a- Quebrada Neily Arriba Balneario Ciudad Neily
137b- Quebrada Neily Centro Puente
138- Río Cañas en Brunca Buenos Aires
139- Río Balzar Ciudad Cortés
140- Río Tigra Ciudad Cortés
141a- Río Pánico Tambor Arriba Cóbano
141b- Río Pánico Centro Tambor
142- Río Olivier o Liebre Isla del Coco
143- Río Genio Isla del Coco
144- Río Coto en Puente Río Claro
145- Río Naranjo Quepos Puente Carretera
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente
147- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado
148- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado
149- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión

150-Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas
151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas
152- Río Piro en Golfito
153- Quebrada Palma en Golfito
154- Río Zelaya en Concepción de Vainilla Puntarenas
155- Río Lajas en Cabo Blanco Puntarenas
156- Río Volcán en Buenos Aires
157- Río Copal en Coto Brus
158- Quebrada Santa Lucía en Osa
159- Quebrada Gamba en Golfito
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.
163- Quebrada Carmen en Sta Teresa
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)
164b- Río Zapote en Huacas Super Compro Santa Cruz
165a- Río Andamojo Santa Cruz en Río Seco.
165b- Río Andamojo Transecto 2 Abajo
166- Río San Andrés Tamarindo
167- Río Riyito Tamarindo
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya
168b- Río Tempisque Puente Guardia Liberia
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia
169a- Río Liberia Toma AyA
169b- Río Liberia Puente Real
170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA
171- Río Corobicí Cañas
172a- Río Tenorio Pozo Azul Cañas
172b- Río Tenorio Puente Interamericana Cañas
173- Río Sardinal Carrillo
174- Río Bolsón Filadelfia Guanacaste
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas
175c- Quebrada La Cabra Vertedero
176- Río Colorado Puente Liberia
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina
177b- Río San José abajo antigua mina
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste
179- Quebrada Caimital Nicoya
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco
181-Quebrada El Yugo Las Pailas PNRV ICE

182-Quebrada Victoria en Curubandé Liberia Toma
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa
184- Río Potrero Catarata Llanos...en Bagaces
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja
186- Río Nosara en Nicoya
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic
188- Río Salitral en Liberia
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia
190- Río Cabuyo en Bagaces
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces
192- Río Puerto Viejo Sarapiquí (Heredia)
193a- Río Segundo El Tirol Heredia
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia
194-Río La Tirimbina La Virgen
195a- Río Sarapiquí Bajo Puente Colgante
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul
195c- Río Sarapiquí Bajo puente El Roble
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí
195e- Río Sarapiquí Selva Verde
195f- Río Sarapiquí sector La Tirimbina La Virgen
195g- Río Sarapiquí Bajo La Chancha
196- Quebrada Flores Heredia
197- Río Turú Heredia
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori
199- Quebrada Maná-Guarumo en Sarapiquí
200- Río Guararí en Santa Bárbara
201- Río San José en Sarapiquí

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

- 2- Se tomaron muestras de agua y organismos bentónicos en los 271 puntos de muestreo.
- 3- La zona de muestreo biológico incluyó diferentes microhábitats dentro del río, orillas hasta un metro de profundidad, cada una recolectada en un tiempo de 5 minutos. El muestreo se llevó a cabo con el desplazamiento por los microhábitats del sitio, removiendo el fondo del cuerpo de agua y colectando el material removido en la red.
- 4- La preservación de la muestra se realizó con etanol de 96% y los organismos fueron preservados posteriormente en viales con etanol al 70 % de concentración.
- 5- Para el análisis de las muestras de macroinvertebrados bentónicos se utilizó la metodología establecida en la última edición de los “Rapid Assesment Biological Protocols” de la Agencia de Protección Ambiental (APHA, 2017) de los Estados Unidos de América y las respectivas claves dicotómicas.
- 6- Todos los organismos bentónicos recolectados fueron identificados hasta el nivel taxonómico posible, siendo el mínimo nivel aceptable el de familia.

7- Los resultados del análisis de las muestras de organismos bentónicos fueron presentados en forma cuantitativa y cualitativa, detallando la lista taxonómica de los organismos encontrados, el número total de organismos o abundancia, el número total de taxa o riqueza biológica y el valor del índice biológico: BMWP-CR (**anexo 1**). Este índice se calculó sumando las puntuaciones asignadas a los distintos taxones (familias) encontradas en las muestras de macroinvertebrados, la puntuación se asignó en función del grado de sensibilidad de los organismos a la contaminación.

Según el capítulo VI del decreto de cuerpos de aguas superficiales, los reportes de calidad de aguas superficiales deberán contener como mínimo la información solicitada en el protocolo de campo del Apéndice IV y los resultados de los índices físicoquímico y biológico. No obstante, en este estudio, debido a los altos costos que implican los análisis del índice químico holandés, se determinaron las clases microbiológicas y se les asignó el mismo código de colores que el del índice biológico, debido a que la calidad microbiológica también se relaciona con los índices biológicos determinados en un sitio.

En la figura 1 se presenta la técnica de muestreo utilizada para la recolección de los macroinvertebrados bentónicos, esta fotografía corresponde al punto de muestreo ubicado en el Río Purires, Tablón del Guarco, parte alta, Cartago, Costa Rica.

**Figura 1: Técnica de muestreo biológico con Red de mano, Tipo D.
Río Purires, en Tablón arriba del Guarco, Cartago.**



Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas. AyA.
Río Purires en Cartago. 2017.

El nivel de calidad biológica del agua se calculó utilizando el cuadro 1, en el cual se muestra la interpretación del significado de los valores de puntuación obtenidos con el Índice Biológico BMWP-CR. Una puntuación total mayor a 120 indica aguas de calidad excelente y el color representativo es el azul, luego conforme la puntuación total va disminuyendo, la calidad del agua se va deteriorando hasta llegar a un nivel crítico de contaminación extremada, representado por el color rojo. A su vez cada coloración corresponde a la clase de la toma superficial en estudio.

Cuadro 2: Clasificación de la Calidad del Agua en Función del Puntaje Total obtenido con el BMWP´:

Nivel de Calidad	BMWP´ - CR	Clase	Color Representativo
Aguas de Calidad Excelente	> 120	1	Azul
Aguas de Calidad Buena no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	1	Azul
Aguas de Calidad Regular, eutrofia, contaminación Moderada	61-100	2	Verde
Aguas de Calidad Mala, Contaminadas	36-60	3	Amarillo
Aguas de Calidad Mala, Muy Contaminadas	16-35	4	Naranja
Aguas de Calidad muy Mala, Extremadamente contaminadas	<15	5	Rojo

El nivel de calidad Biológica del agua se determinó utilizando el cuadro 2, en el cual se muestra la interpretación del significado de los valores de puntuación obtenidos con el índice biológico BMWP´-CR. Una puntuación total mayor a 120 indica aguas de calidad excelente y el color representativo es el azul, luego conforme la puntuación total va disminuyendo, la calidad del agua se va deteriorando hasta llegar a un nivel crítico de contaminación extremada, representado por el color rojo. A su vez cada coloración corresponde a la clase biológica del cuerpo de agua dulce superficial en estudio.

Resultados y discusión:

En cuanto al índice biológico y la concentración de coliformes fecales, las clases más frecuentes fueron, biológicamente la clase 3 (código color amarillo, con un **39%**), **(Figura 2)** seguido por la 4 (código naranja, con un **26%**); luego la clase 2 (verde con **23%**), luego la clase 5 (rojo con **10%**) y por último la menos frecuente fue la clase 1 (código azul, con solamente el **2%** del total de puntos muestreados). Los porcentajes anteriores, mantuvieron el mismo orden de frecuencia que los valores obtenidos en años anteriores, por lo que se mantuvo la tendencia, con respecto a la calidad biológica de los

cuerpos de agua dulce analizados.

Con respecto a la calidad microbiológica, la clase más frecuente fue la clase 2 (código verde, con un **55%**), (**Figura 3**), luego la clase 4 (código naranja con **14,5%**), al igual que la clase 5 (rojo con **14,5%** del total de puntos muestreados) y por último la clase 1 (con código color azul con un **7%**, del total de puntos muestreados).

En el cuadro 3 (página 24) se presentan los resultados del índice biológico BMWP'-CR, clase microbiológica y coeficiente de correlación del índice biológico vs concentración de coliformes fecales, período 2010-2021. Según los resultados obtenidos en el cuadro 3, los valores del Índice biológico BMWP'-CR vs la concentración de coliformes fecales de los 271 puntos de muestreo, presentó un valor de coeficiente de correlación $r = -0,14$ (muy similar al valor obtenido el año 2017 de -0,13; -0,12 en el 2018; 0,09 en el 2019 y -0,1 en el 2020), esto demostró una vez más que hubo una correlación de las dos variables en una relación inversamente proporcional. Por lo que se demostró que a mayor concentración de coliformes fecales, menor índice biológico, o riqueza biológica. Según <https://www.uv.es//coeffcorre.htm>, a valores altos de una variable suelen corresponder valores bajos de la otra y viceversa. O sea, a mayor índice biológico, menor concentración de coliformes fecales, o a mayor concentración de coliformes fecales menor índice biológico, lo anterior coincide con lo determinado por algunos estudios realizados por ejemplo durante un año de muestreo en 1997, en sus partes alta y media del río Tiribí, La Unión, Cartago, Costa Rica.

En cuanto al índice biológico y la concentración de Coliformes Fecales, las clases más frecuentes fueron, biológicamente la clase 3 (código color amarillo, con un **39%**), (**Figura 2**) seguido por la 4 (código naranja, con un **26%**); luego la clase 2 (verde con **23%**), luego la clase 5 (rojo con **10%**) y por último la menos frecuente fue la clase 1 (código azul, con solamente el **2%** del total de puntos muestreados). Los porcentajes anteriores, mantuvieron el mismo orden de frecuencia que los valores obtenidos en años anteriores, por lo que se mantuvo la tendencia, con respecto a la calidad biológica de los cuerpos de agua dulce estudiados. Con respecto a la calidad microbiológica, la clase más frecuente fue la clase 2 (código verde, con un **55%**), (**Figura 3**), luego la clase 4 (código naranja con **14,5%**), al igual que la clase 5 (rojo con **14,5%** del total de puntos muestreados) y por último la clase 1 (con código color azul con un **7%**, del total de puntos muestreados).

Con respecto a el coeficiente de correlación del índice biológico vs la turbiedad, el valor obtenido de $r = -0,16$ mostró una correlación inversamente proporcional entre ambas variables, o sea, a mayor turbiedad menor riqueza biológica. El coeficiente de correlación calculado entre la clase microbiológica vs la turbiedad proporcionó un $r = 0,03$ que representó una correlación directamente proporcional entre estas dos variables, o sea, a mayor turbiedad mayor clase microbiológica, esto implicaría una mayor concentración de coliformes fecales en el agua, aunque se han dados casos en los que que hay alta turbiedad pero baja concentración de coliformes fecales.

El coeficiente de correlación BMWP-CR vs pH arrojó un valor de **0,08**, indicando una relación directamente proporcional entre el pH y el índice biológico, o sea a mayor pH, mayor índice biológico, esto debido a que a mayor pH mayor concentración de oxígeno disuelto en el agua; el coeficiente r de clase microbiológica vs pH fue de **-0,05**, dándose una correlación inversamente proporcional despreciable y casi no detectable.

El índice de correlación del BMWP-CR vs temperatura del agua fue de **-0,05**, en una

correlación despreciable, inversamente proporcional, indicando que a mayor temperatura menor índice biológico (como sucedió en la fuente Dr. Paradise, donde las aguas termales presentaron una temperatura de 38,5 °C); el valor de r de clase microbiológica vs temperatura fue de **-0,05**, mostrando una correlación inversamente proporcional, pero despreciable, o sea, a mayor temperatura, menor concentración de coliformes fecales.

El coeficiente r entre el BMWP-CR vs la conductividad fue de **-0,30**, en una correlación mediana inversamente proporcional, se ha encontrado que en aguas con altas conductividades, la riqueza de organismos bentónicos es muy baja, como sucede en aguas con influencia marina, donde la salinidad produce un aumento en la conductividad y al mismo tiempo, una disminución en el valor de los índices biológicos obtenidos y en cuanto al valor r de clase microbiológica vs conductividad de **0,05**, en una correlación despreciable, directamente proporcional. En cuerpos de agua con altas conductividades como las de influencia marina, los índices biológicos son muy bajos, esto quiere decir que a mayor conductividad menor índice biológico. Sin embargo, no sucede lo mismo con la calidad microbiológica, en donde se encontró una relación directamente proporcional, aunque no cercana a 1.

Finalmente, el BMWP-CR vs el color aparente del agua, presentó un valor de r de **-0,21**, con una correlación inversamente proporcional, por lo que a mayor color, menor riqueza biológica; en cuanto a la concentración de coliformes fecales vs el color aparente, el coeficiente r fue de **0,13**, en una correlación despreciable, directamente proporcional, por lo que podría decirse que a mayor color, mayor concentración de coliformes fecales.

A continuación se presentan algunas de las familias y géneros de organismos bentónicos más frecuentes identificados en los cuerpos de agua dulce superficiales de este estudio, según su tolerancia a la contaminación fueron los siguientes:

- **A- Calidad de agua muy buena a excelente:**
 - **1-** Orden Plecoptera (Perlidae, *Anacroneuria sp.*, *Perlesta sp.*).
 - **2-** Orden Diptera (Blepharicedae (*Limonicola sp.*, Athericidae, en Río Grande de Orosi y río Jorco Toma).
 - **3-** Orden Coleoptera (Ptilodactylidae, *Anchytarsus sp.*, Elmidae).
 - **4-** Orden Trichoptera (Leptoceridae, *Atanatolica sp.*, *Marilia sp.*, *Netopsyche sp.*, Calamaceratidae, *Phylloicus sp.*).
 - **5-** Orden Ephemeroptera (Leptophlebiidae, *Traverella sp.*, *Thraulodes sp.*, Baetidae, *Baetodes sp.*, *Camelobaetidius sp.*).
 - **6-** Orden Blattodea (Blaberidae, cucaracha de agua).
- **B- Calidad de agua de buena a regular:**
 - **1-** Orden Odonata (Gomphidae, *Progomphus sp.*, *Aphylla sp.*, Libellulidae, Libellulinae, *Libellula herculea* (roja), *Dythemis sp.*, color verde

(Coenagrionidae ***Argia sp.***, gallegos azules), Calopterygidae, ***Hetaerina sp.***, Caenidae).

- 2- Orden Coleoptera (Psephenidae, Gyrinidae, Dryopidae, Elmidae).
 - 3- Orden Trichoptera (Hydropsychidae, ***Smicridea sp.***, ***Leptonema sp.***)
 - 4- Orden Diptera (Simuliidae, ***Simulium sp.***, Tipulidae, ***Tipula sp.***, ***Limonia sp.***, ***Hexatoma sp.***).
 - 5- Orden Lepidoptera (Crambidae o Pyralidae).
 - 6- Orden Megaloptera (Corydalidae, ***Corydalus sp.***).
 - 7- Orden Decapoda (Palaemonidae, Pseudothelphusidae, Penaidae, ***Penaeus monodon***, boca río San Carlos).
 - 8- Orden Amphipoda.
-
- C- Calidad de agua de regular a mala:
-
- 1- Orden Odonata (Coenagrionidae, ***Argia sp.***, más común y tolerante).
 - 2- Orden Ephemeroptera (Caenidae, en río Torres).
 - 3- Orden Hemiptera (Belostomatidae, ***Lethocerus sp.***, Hydrometridae, ***Hydrometra sp.***, Naucoridae, ***Limnocois sp.***, ***Pelocoris sp.***).
 - 4- Phylum Mollusca (Thiaridae, Hydrobiidae, Physidae, ***Physa sp.***).
 - 5- Orden Coleoptera: (Dytiscidae, Hydrophilidae).
-
- D- Calidad de agua de mala a muy mala:
-
- 1- Orden Diptera (Chironomidae, ***Chironomus tentans***, Culicidae, ***Culex sp.***, Syrphidae).
 - 2- Clase Oligochaeta (Annelida, Nematoda, Tubificidae, Lumbricidae, ***Lumbriculus sp.***).

Los resultados obtenidos en este estudio indicaron que en la mayoría de los cuerpos de agua monitoreados, existe algún grado de contaminación, debido entre otros factores a aspectos como, la presencia de ganado, porquerizas, industrias o de personas (contaminación antropomórfica), lo que ejerce un mayor impacto negativo en los ecosistemas acuáticos, producto de la contaminación. Los valores de la abundancia poblacional de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y su riqueza biológica, indicaron que por lo general, estas dos características están relacionadas con los niveles de contaminación, sobre todo orgánica o microbiológica; en los puntos de muestreo donde los índices biológicos son menores, hay mayor abundancia de unos pocos organismos y menor riqueza biológica, mientras en sitios con menor contaminación, hubo menor abundancia de especies pero mayor diversidad o riqueza biológica. Además, en algunas ocasiones, la estructura de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos depende de la influencia de las condiciones ambientales, en las que se encuentra un determinado cuerpo de agua, por ejemplo, la época del año en que se realizó el muestreo (seca o lluviosa) y el tipo de sustrato predominante en el cuerpo de agua analizado. Según Durance & Kramer (1991), los macroinvertebrados bentónicos y los peces son los

grupos más afectados por la estacionalidad de flujo, ya que las larvas requieren un hábitat acuático continuo para que los individuos maduren. Lo anterior sucede en los cuerpos de agua principalmente de las zonas como Guanacaste o Puntarenas, en donde en la época seca, muchos de los ríos pierden casi por completo su caudal y disminuyen drásticamente el oxígeno.

Se debe considerar que el predominio de las clases 3 (biológicamente) y 2 (microbiológicamente), indicó que a nivel nacional los ríos que se encuentran fuera del Gran Área Metropolitana, han sido menos perturbados por las actividades humanas.

Por otra parte, con respecto a los peces identificados en este estudio, por observaciones subacuáticas o porque se vinieron dentro de la red, al coleccionar los macroinvertebrados bentónicos, de las 127 especies de peces de agua dulce, reportadas para Costa Rica, se han encontrado en los ríos monitoreados peces como machacas (*Brycon guatemalensis*); tepemachines (*Agonostomus monticola*), barbudos (*Rhamdia sp.*), el guapote (*Parachromis dovii*) además biólogos de la isla del Coco coleccionaron especímenes de (*Gobiesox fulvus*) conocido como chupapiédras de la Isla del Coco y (*Sycidium cocoensis*) de la familia Gobiidae. En los ríos o quebradas del área metropolitana casi es imposible la presencia de peces. Sin embargo, en algunas quebradas que fluyen hacia el río María Aguilar se coleccionaron especímenes de la familia Poeciliidae, al igual que en el Río Virilla, en el sector de EBI en la Carpio *Poecilia sp.*, *Brachyrhaphis olomina* (Molina, 2007) y *Poecilopsis paucimaculata*, en la quebrada Condominio Imperial, del área metropolitana (Anexo 3).

Los altos niveles de contaminación presente en los ríos del área metropolitana apenas permiten la presencia de una baja riqueza biológica de organismos tolerantes a la contaminación como Oligoquetos, algunas familias de dipteros, Hirudíneos y Moluscos principalmente. Este es el caso de ríos como el Segundo, Chiquito, Tiribí (aguas abajo de la toma del AyA), el Virilla, en la parte baja, el María Aguilar, en la parte baja, el Ocloro y el Torres, entre otros. Así mismo, el biomonitoreo continuo durante 12 años de los ríos que han participado en el área de microcuencas hidrológicas del Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), ha permitido conocer la calidad biológica de los mismos de forma estadística y más representativa, ya que en algunos ríos y quebradas como el río Habana en la Fortuna de San Carlos, el Pacuare entre Turrialba y Siquirres, la Quebrada Camaronera en Manuel Antonio, Quepos, han mantenido el código color amarillo del 2010 al 2013, luego aumentó a clase 2 en los últimos años, principalmente en el Playón San Martín en el Río Pacuare, en Pacuare Lodge en el 2018 (4,1 NMP), en el campamento de Ríos Tropicales (12/100mL, 2019) y en la Quebrada Camaronera en Manuel Antonio, encontrándose los mismos en un nivel de calidad superior a los obtenidos anteriormente. Otro caso interesante fue la obtención de un valor negativo de coliformes fecales en el Río Sarapiquí en el año 2014. También se obtuvieron calidades microbiológicas azules en concentración de coliformes fecales, según el Reglamento 33-903-MINAE-S; en el 2017 en el río Tiribí (antes de la toma, negativo); en Campamento Cumbre (19,4 NMP en promedio geométrico) en el Río Savegre (San Gerardo de Dota); quebrada Zacatales (3,1 NMP de promedio geométrico) y otros más presentaron índices azules como el Portalón y las

quebradas Astúa (Portasol de Quepos) y en la quebrada Jaboncillal (antes de la toma de agua, Mata de Plátano), río Banano en Limón (9,1 NMP), quebrada La Colina (2018), quebrada El Yugo (2018), el río Celeste en el Parque Nacional Volcán Tenorio (2018), se obtuvieron valores negativos de coliformes fecales (aunque por razones estadísticas se cuantificaron con un coliforme fecal), también en el tanque contenedores de Dr. Paradise (2018); en el tanque de almacenamiento Guayabo del Monumento Nacional Guayabo en promedio 6,18 NMP. El Río Celeste en Guatuso de Alajuela (negativo clase 1 en el 2018 y color azul con 15 NMP/100 mL en el 2019 y 8,2 de promedio en el 2021). Durante el 2021 se obtuvieron cuerpos de agua dulce de muy buena calidad y que son participantes en el PBAE en Microcuencas, como por ejemplo; el Río Aguas Zarcas en San Carlos de Alajuela (12,2 NMP/100 mL) y el Río Blanco en Curubandé de Liberia, en el transecto Finca Don Rafa (13 NMP/100mL), entre otros.

El predominio del color amarillo de clase 3, del índice biológico, es una advertencia de que dichos cuerpos de agua están en estado de alerta amarilla, por lo que se deben tomar acciones que permitan mantener o aumentar la calidad biológica de los mismos y así no vayan a bajar su nivel de calidad. Otros ríos han mantenido el código verde durante esos años de monitoreo como el Río Tabarcia en Palmichal de Acosta, la Quebrada Guayacán en el Coco de Siquirres, el Río Purires en El Guarco de Cartago, el Río La Tirimbina en La Virgen de Sarapiquí, el Río Higuerón o Morete en Uvita de Osa y los Ríos Corobicí y Tenorio en Cañas, Guanacaste. En cuanto al máximo nivel calidad biológica código azul se encontraron los ríos Fortuna en La Fortuna de San Carlos, el Tenorio en Pozo Azul de Upala y el Río Cañas en Buenos Aires, Puntarenas y la Quebrada El Yugo en el Parque Nacional Volcán Rincón de La Vieja, Proyecto Pailas 2. Los cuerpos de agua clase 1 y 2 son los que se encuentran en zonas protegidas o con poca o ninguna influencia de las actividades humanas. Sin embargo, se debe seguir monitoreando dichos cuerpos de agua y así estar atentos a cualquier cambio detectado en dichos ecosistemas, para poder tomar las medidas respectivas, por medio de los comités locales de microcuencas para mantener la calidad biológica de los mismos, en beneficio de nosotros y de las futuras generaciones.

De los resultados anteriores, se demostró matemáticamente que se dió una correlación inversamente proporcional ($r = -0,10$) entre el índice biológico vs la concentración de coliformes fecales. Cuando una variable aumenta la otra disminuye. Según Basterrachea (1984), los coliformes representan un indicador biológico de las descargas de materia orgánica. El número de organismos en excrementos humanos es grande y su presencia en el agua es considerada como un índice evidente de contaminación fecal (coliformes fecales) con organismos patógenos y refleja la intervención humana en ese proceso de contaminación. Los coliformes no solamente provienen de los excrementos humanos sino también pueden originarse de animales de sangre caliente, animales de sangre fría y en el suelo.

En el cuadro 3, se presentan los resultados del coeficiente de correlación (r) entre el índice biológico BMWP-CR vs la concentración de coliformes fecales, período 2010-2021. Se obtuvo una correlación inversamente proporcional ($r = -0,14$), lo que indicó que a mayor concentración de coliformes fecales, menor índice biológico; este valor de r fue muy similar al obtenido en el 2017, 2018, 2019 y 2020, por lo que estadísticamente es una correlación estadísticamente representativa (prácticamente de $r = -0,1$, en los 5 años de análisis de la información). El BMWP-CR se expresó como promedio aritmético y los coliformes fecales como media o promedio geométrico. Según Larrea & Álvarez (2013), microbiológicamente, entre los indicadores de contaminación fecal más utilizados se encuentran los coliformes fecales y termotolerantes, *Escherichia coli* y enterococos. Las bacterias indicadoras permiten realizar la clasificación sanitaria de las aguas para diferentes usos, la determinación de criterios para las normas de calidad, la identificación de contaminantes, el control de procesos de tratamiento de agua y estudios epidemiológicos, etc..

Cuadro 3: Correlación índice biológico BMWP-CR vs coliformes fecales en 198 cuerpos de agua dulce superficiales (271 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	BMWP-CR	Colif. Fecales	Coeficiente de
	Promedio Arit.	Promedio Geo.	Correlación r
1a- Río Habana La Fortuna Arriba (Alajuela)	49	4323	-0,14
1b- Río Habana Abajo Puente	43	4140	
1c- Río Habana Antes presa CTPF	45	1733	
2a- Río Fortuna Arriba de Poza	95	425	
2b- Río Fortuna Catarata	103	632	
2c- Río Fortuna Puente Carretera	76	480	
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	37	1940,3	
3b- Río Burío Ecocentro Lanus	24	9300	
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	56	157,3	
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	74	130	
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	19	46000	
7- Quebrada Matías Atenas	26	4600	
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	40	1949	
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	34	660,9	
9- Río Frío Los Chiles Muelle	17	5138,1	
10a- Río Cañuela Concepción San Ramón Pte	61	319,1	
10b- Río Cañuela 200m arriba pte	52	235,9	
11- Río La Prensa Concepción	60	313,5	
12- Río Jesús Balboa San Ramón	70	240	
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	69	307,6	
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	28	5259	
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	54	1556,3	
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	41	77,1	

16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	29	2419,6
17- Río Siquiars El Coyo de Alajuela	10	25581,3
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	27	5040,3
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	38	1
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	36	8,2
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	18	12,9
21- Quebrada Naciente La Colina San Ramón Constructora	34	9,3
22- Quebrada Pajulita en San Carlos	40	1224,1
23a- Río Alajuela Puente Negro	11	38961,5
23b- Río Alajuela Puente Pavas	11	675
24- Río Chaguite en Grecia	36	582
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	16	105,2
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos	17	102,2
26- Quebrada La Danta en San Carlos	64	46,4
27- Río Chorreras en Alajuela	49	295,2
28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	38	12,2
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos	17	1600
30- Río San Pedro en San Carlos	17	798,1
31- Quebrada El Colorado en Poás	43	13
32- Quebrada Nacientes Mariana Castillo en San Ramón	44	104,6
33- Río San Pedro en San Ramón	74	62,2
34- Río Achiote en Grecia	50	127,2
35- Río Prenditas en Poás	36	154,9
36- Quebrada Baldí o Guillermina en San Carlos Hotel Baldí Hot Springs	2	1486,6
37- Río Medio Queso en Los Chiles	11	350
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos	29	11
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	41	376,7
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	50	1100
41- Quebrada El Salto en San Carlos	18	49000
42- Río Thiales en Guatuso	39	202
43- Quebrada Nac Bijagua en Upala	64	110
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	59	121
45- Río Negro Aserri	77	240
46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	66	121.12
46b- Río Tabarcia Puente Corralar Puriscal	48	3212
47- Quebrada El Salto Puriscal	21	240
48- Quebrada El Sitio Tarrazú	40	212
49- Quebrada La Cruz Tarrazú	24	150
50- Quebrada Serrano Paraíso Quetzal Dota	63	54,32
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	49	34,5
51b- Río Savegre Dota Puente Catarata	22	23

51c- Río Savegre Abajo descarga Truchas	27	43
51d- Río Savegre Puente Dantica	37	93
51e- Río Savegre Campamento Cumbre	52	24,5
52- Río Pirris Cerro de La Muerte Dota	70	4
53- Río Agrá Moravia Puente Carretera	86	430
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	68	139,8
54b- Río Jaboncillal Los Coyotes	64	183,41
54c- Río Jaboncillal Finca Cubero Puente	40	21000
54d- Río Jaboncillal Toma AyA	39	119,8
55- Quebrada El Caño PZ	39	119,8
56- Río Quebradas PZ Toma AyA	86	240
57- Quebrada La Veranera PZ	18	632,37
58- Río Zapotillo Pérez Zeledón	73	93
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	59	99,6
59b- Río Peñas Blancas PZ Finca Nery Granados	89	150
59c- Río Peñas Blancas Universidad de York	116	33
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	41	43
60b- Río Virilla EBI La Carpio	24	3080,4
61- Quebrada Catalina Escazú	46	102
62- Río Tulín Turrubares San Antonio	63	600
63- Quebrada El Sur Turrubares Macaw Lodge	56	212
64a- Río Torres Barrio México Cipreses	18	41177,7
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	24	112001,8
64c- Río Torres Hogar Calazanz San Rafael Montes de Oca	29	240000
65a- Río Tiribí Rancho Redondo	24	136
65b- Río Tiribí Desamparados	5	12000
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	16	160000
66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	17	2967,3
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	8	2457,5
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	7	24196
66- Río Las Bonitas en PZ toma agua ASADA	64	93
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	29	2419,6
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	30	1275,5
69- Quebrada Zacatales Campamento Cumbre Dota	62	3,1
70- Quebrada Junquillo o Junquillal Puriscal	37	166,4
71- Quebrada Pilas Parque Valle del Sol Santa Ana	21	2419,6
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	46	56,6
73- Río Agres Finca Embrujo Verde Escazú	46	230
74- Quebrada Pinares Curridabat	8	2419,6
75- Quebrada Barrial en Moravia	12	4678,4
76- Río Cañas en Aserri	36	235,1

77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	46	920,2
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	13	27748,9
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	18	838,7
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserrí	49	463
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	89	252,4
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	72	137,7
83- Río Tarrazú en Desamparados	50	401,2
84- Quebrada Canet en Tarrazú	32	9,6
85- Quebrada Lajas en santa Ana	36	1600
86a- Río Ocloro frente Clínica Carlos Durán	8	2592,3
86b- Río Ocloro 200 m al sur de Casa España Sabana Norte	2	1600000
87- Quebrada Tarbaca 15 m antes de Planta	61	49
88- Quebrada Grande en Puriscal	65	558,6
89- Río Guatuso en Aserrí EBI	9	160000
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	49	288,2
90b- Río Pacuare San Martín Siquirres	63	321
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge	61	4,1
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales	47	12
91- Quebrada Guayacán Siquirres ICE	72	103
92- Río San Box Talamanca	34	311
93- Río Destierro Milano Siquirres	19	240
94- Río Blanco Liverpool Limón Pte arriba	18	7500
95a- Río Bananito arriba 1 Km arriba Toma AyA	62	430
95b- Río Bananito Toma AyA	28	345
96a- Río Banano Finca Alberto Hidalgo Matama	19	9,1
96b- Río Banano Cerca Desembocadura	27	9,1
97- Río Aguas Zarcas Matama 1 Km Arriba Pueblo	16	23
98- Río La Estrella 500 m arriba pte carretera	28	930
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	42	73,6
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	46	186,5
101- Río Siquirres Toma AyA	59	121,79
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	46	2414,4
102b- Río Guápiles Boulevard	52	24000
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	33	160,7
104- Quebrada Carbón en Talamanca	29	743,6
105a- Río Pacuare San Joaquín Turrialba (Cartago)	45	436
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba	52	319,8
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	45	325,1
106b- Río Tiribí Planta ICE La Unión	48	240
106c- Río Tiribí Laboratorio AyA Tres Ríos	31	3780
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	23	2419,6

107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	45	1066
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	27	7790
108- Quebrada El Bosque La Carpintera Tres Ríos	48	825
109a- Río María Aguilar Concepción La Unión	31	240000
109b- Río María Aguilar Puente Chuma Calle Naranjo Concepción	39	39
110a- Río Aquiares Turrialba Finca Blanco y Negro	65	258
110b- Río Aquiares Salón Comunal Aquiares Turrialba	63	228,2
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	71	170
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar	37	4900
111a- Quebrada La Ocho Colegio CTPP costado Pte Jiménez	66	23921,27
111b- Quebrada La Ocho 1 Km arriba Jiménez	82	1500
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	45	2275
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	64	212,1
113- Río Humito Pejibaye Puente Carretera	73	1263
114- Río Humo Puente Pejibaye	52	102
115a- Río Colorado Arriba Turrialba	27	2400000
115b- Río Colorado Centro Turrialba	45	93000
116- Quebrada Las Cabras El Guarco Toma AyA	21	43
117- Quebrada Guayabal Guarco	71	9
118a- Río Purires Tablón Arriba Guarco	66	682,64
118b- Río Purires Puente Barranca Guarco	33	2400
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	14	2215,2
119b- Quebrada Arriaz CEANA	21	2149,4
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jiménez	55	1078,5
121- Río Turrialba Puente nuevo	40	3900
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	17	8334
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	16	9641,4
124- Quebrada Colegio Alejandro Quesada Concepción La Unión	48	240000
125- Quebrada Guayabo Monumento Nacional Guayabo Turrialba	65	88,2
126- Tanque Almacenamiento Monumento Nacional Turrialba	66	6,48
127- Quebrada Chaguite, Tres Ríos, Cartago	7	6300
128- Quebrada Navarro en Guarco	61	87
129- Río Púcares en Paraiso al sur del Estadio	11	17000
130- Quebrada Jucó en Cartago	54	140
131- Quebrada Grande La Cusinga Uvita (Puntarenas)	64	336
132a- Río Higuierón o Morete Uvita Rancho La Merced	57	243
132b- Río Higuierón en Osa Finca Perla	39	46
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	59	170
134- Río Portalón Portasol en Quepos	46	108,9
135- Quebrada Camaronera Quepos Aguirre	52	1347
136- Río Parrita Sardinal Puntarenas	34	2400

137a- Quebrada Neily Arriba Balneario Ciudad Neily	47	1116
137b- Quebrada Neily Centro Puente	50	110000
138- Río Cañas Pte Hamaca en Brunca Buenos Aires	109	430
139- Río Balzar Ciudad Cortés	58	93
140- Río Tigra Ciudad Cortés	69	430
141a- Río Pánica Tambor Arriba Cóbano	44	2501,61
141b- Río Pánica Centro Tambor	22	3728,6
142- Río Olivier o Liebre Isla del Coco	16	76,3
143- Río Genio Isla del Coco	16	346,36
144- Río Coto en Puente Río Claro	46	43
145- Río Naranja Quepos Puente Carretera	9	47,1
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	10	3923,4
147- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	56	254
148- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	49	571
149- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	71	85,3
150- Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	18	205,7
151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	19	2419,6
152- Río Piro en Golfito	91	33
153- Quebrada Palma en Golfito	18	3300
154- Río Zelaya en Concepción de Vainilla Puntarenas	49	240
155- Río Lajas en Cabo Blanco Puntarenas	36	1600
156- Río Volcán en Buenos Aires	61	280
157- Río Copal en Coto Brus	52	196,7
158- Quebrada Santa Lucía en Osa	77	33
159- Quebrada Gamba en Golfito	63	1100
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	50	170
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	36	1700
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	48	490
163- Quebrada Carmen en Sta Teresa	5	160000
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	26	2232
164b- Río Zapote en Huacas Super Compro Santa Cruz	49	24000
165a- Río Andamojo Santa Cruz en Río Seco	54	998,7
165b- Andamojo Transecto 2 Abajo	62	430
166- Río San Andrés Tamarindo	45	5974,9
167- Río Riyito Tamarindo	32	2970
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	20	2400
168b- Río Tempisque Puente Guardia Liberia	52	92,74
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	13	1534,3
169a- Río Liberia Toma AyA	39	477,56
169b- Río Liberia Puente Real	36	1296,1
170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA	42	1717,1

171- Río Corobicí Cañas	49	479
172a- Río Tenorio Pozo Azul Cañas	103	420
172b- Río Tenorio Puente Interamericana Cañas	69	585
173- Río Sardinal Carrillo	54	2400
174- Río Bolsón Filadelfia Guanacaste	16	130
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	73	1331,7
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	18	33226,49
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	42	2964,4
176- Río Colorado Puente Liberia	21	628
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	64	2419,6
177b- Río San José abajo antigua mina	64	2419,6
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	40	2419,6
179- Quebrada Caimital Nicoya	33	2876,7
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	14	162480,8
181-Quebrada El Yugo Las Pailas PNRV ICE	103	1
182-Quebrada Victoria en Curubandé Liberia Toma	61	2
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	60	13
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	44	31,5
184- Río Potrero Catarata Llanos...en Bagaces	58	193,4
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	65	155,6
186- Río Nosara en Nicoya	40	84,6
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	25	17000
188- Río Salitral en Liberia	65	790
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	64	1300
190- Río Cabuyo en Bagaces	52	790
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	65	130
192- Río Puerto Viejo Sarapiquí (Heredia)	26	654
193a- Río Segundo El Tirol Heredia	40	75
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia	18	8182
194-Río La Tirimbina La Virgen	67	139,2
195a- Río Sarapiquí Bajo Puente Colgante	13	321
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	49	160,8
195c- Río Sarapiquí Bajo puente El Roble	12	126
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	51	67,6
195e- Río Sarapiquí Selva Verde	63	102
195f- Río Sarapiquí sector La Tirimbina La Virgen	38	390
195g- Río Sarapiquí Bajo La Chancha	6	240
196- Quebrada Flores Heredia	2	240000
197- Río Turú Heredia	37	2811
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	51	566,1
199- Quebrada Maná-Guarumo en Sarapiquí	28	46

200- Río Guararí en Santa Bárbara	56	3300
201- Río San José en Sarapiquí	77	700

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

En el cuadro 4, se presentan los resultados del coeficiente de correlación entre el índice biológico vs la turbiedad del agua, período 2010-2021. En este caso, se obtuvo una correlación inversamente proporcional de **-0,16**, indicando al igual que en los informes de años anteriores, qué a mayor turbiedad, menor índice biológico o riqueza biológica. Según MARCÓ *et al.*, (2004), la turbidez del agua se genera por la presencia de partículas en suspensión. La turbidez tiene una gran importancia sanitaria ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas (Espigares García y Fernández-Crehuet, 1999). El rango de turbiedad en este estudio estuvo entre 0,2 en la Quebrada El Yugo en Rincón de La Vieja y 283 en el Río Balzar en Ciudad Cortés.

Cuadro 4: Correlación índice biológico BMWP-CR vs turbiedad en cuerpos de agua dulce superficiales (247 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	BMWP-CR	Turbiedad UNT	Coeficiente
	Promedio Arit.	Promedio	correlación r
1a- Río Habana La Fortuna Arriba puente (Alajuela)	49	2,6	-0,16
1b- Río Habana Abajo Puente	43	0,8	
1c- Río Habana Antes represa CTPF	45	0,4	
2b- Río Fortuna Catarata La Fortuna	103	1,2	
2c- Río Fortuna Puente Carretera	76	1,6	
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	37	1,2	
3b- Río Burío Ecocentro Lanus	24	1	
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	56	18,2	
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	74	1,8	
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	19	5,1	
7- Quebrada Matías Atenas	26	4,9	
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	40	2,5	
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	34	3,6	
9- Río Frío Los Chiles Muelle	17	38	
10b- Río Cañuela 200m arriba pte	52	8,4	
11- Río La Prensa Concepción	60	21,1	
12- Río Jesús Balboa San Ramón	70	4,9	
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	69	1,2	
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	28	9,9	
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	54	4,1	
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	41	1,7	
16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	29	26,3	
17- Río Siquiars El Coyol de Alajuela	10	4,3	
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	27	10,4	

19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	38	7,3
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	36	4,5
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	18	2,6
21- Quebrada Naciente La Colina San Ramón Constructora	34	0,2
22- Quebrada Pajulita en San Carlos	40	28,3
23a- Río Alajuela Puente Negro	11	10,4
23b- Río Alajuela Puente Pavas	11	22,1
24- Río Chaguite en Grecia	36	18,5
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	16	12,1
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos	17	4,82
26- Quebrada La Danta en San Carlos	64	0,7
27- Río Chorreras en Alajuela	49	2,8
28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	38	6,9
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos	17	12,5
30- Río San Pedro en San Carlos	17	14,3
31- Quebrada El Colorado en Poás	43	0,8
32- Quebrada Nacientes Mariana Castillo en San Ramón	44	10,8
33- Río San Pedro en San Ramón	74	2,6
34- Río Achiote en Grecia	50	3,1
35- Río Prenditas en Poás	36	1
36- Quebrada Baldí o Guillermina en San Carlos Hotel Baldí Hot Springs	2	2
37- Río Medio Queso en Los Chiles	11	6,5
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos	29	0,5
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	41	1,1
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	50	3,2
41- Quebrada El Salto en San Carlos	18	8,2
42- Río Thiales en Guatuso	39	1,1
43- Quebrada Nac Bijagua en Upala	64	0,4
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	59	4
45- Río Negro Aserri	77	0,9
46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	66	2,7
46b- Río Tabarcia Puente Corralar Puriscal	48	9,3
48- Quebrada El Sitio Tarrazú	40	2,6
49- Quebrada La Cruz Tarrazú	24	1,1
50- Quebrada Serrano Paraíso Quetzal Dota	63	2,7
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	49	0,7
51c- Río Savegre Abajo descarga Truchas	27	5,3
51e- Río Savegre Campamento Cumbre	52	0,6
52- Río Pirris Cerro de La Muerte Dota	70	0,9
53- Río Agrá Moravia Puente Carretera	86	0,8
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	68	12,9

54b- Río Jaboncillal Los Coyotes	64	12,45
55- Quebrada El Caño PZ	39	4,9
56- Río Quebradas PZ Toma AyA	86	3,6
57- Quebrada La Veranera PZ	18	10,7
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	59	9,8
59b- Río Peñas Blancas PZ Finca Nery Granados	89	1,8
59c- Río Peñas Blancas Universidad de York	116	0,5
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	41	3
60b- Río Virilla EBI La Carpio	24	6,4
61- Quebrada Catalina Escazú	46	4,1
62- Río Tulín Turrubares San Antonio	63	36,7
63- Quebrada El Sur Turrubares Macaw Lodge	56	3,3
64a- Río Torres Barrio México Cipreses	18	18,6
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	24	14,2
64c- Río Torres Hogar Calazanz San Rafael Montes de Oca	29	8
65a- Río Tiribí Rancho Redondo	24	3,3
65b- Río Tiribí Desamparados	5	16,7
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	16	167,8
66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	17	2,8
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	8	12,2
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	7	17,4
66- Río Las Bonitas en PZ toma agua ASADA	64	1,1
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	29	4,1
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	30	5,7
69- Quebrada Zacatales Campamento Cumbre Dota	62	0,3
70- Quebrada Junquillo o Junquillal Puriscal	37	0,8
71- Quebrada Pilas Parque Valle del Sol Santa Ana	21	1,5
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	46	6,3
73- Río Agres Finca Embrujo Verde Escazú	46	2,8
74- Quebrada Pinares Curridabat	8	2,5
75- Quebrada Barrial en Moravia	12	2
76- Río Cañas en Aserrí	36	11,4
77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	46	9,9
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	13	5,6
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	18	15,7
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserrí	49	1,8
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	89	2,4
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	72	13,1
83- Río Tarrazú en Desamparados	50	1,1
84- Quebrada Canet en Tarrazú	32	0,2
85- Quebrada Lajas en Santa Ana	36	8,1

86a- Río Ocloro frente Clínica Carlos Durán	8	3,4
86b- Río Ocloro 200 m al sur de Casa España Sabana Norte	2	12,8
87- Quebrada Tarbaca 15 m antes de Planta	61	2
88- Quebrada Grande en Puriscal	65	16,7
89- Río Guatuso en Aserrí EBI	9	1
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	49	15
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge	61	0,7
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales	47	25,1
91- Quebrada Guayacán Siquirres ICE	72	3,9
92- Río San Box Talamanca	34	7,7
93- Río Destierro Milano Siquirres	19	0,9
94- Río Blanco Liverpool Limón Pte arriba	18	35
95b- Río Bananito Toma AyA	28	2,6
97- Río Aguas Zarcas Matama 1 Km Arriba Pueblo	16	1,5
98- Río La Estrella 500 m arriba pte carretera	28	2,4
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	42	0,7
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	46	3,1
101- Río Siquirres Toma AyA	59	0,9
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	46	1,8
102b- Río Guápiles Boulevard	52	2,2
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	33	21
104- Quebrada Carbón en Talamanca	29	5,5
105a- Río Pacuare San Joaquín Turrialba (Cartago)	45	5,6
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba	52	10,2
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	45	9,9
106c- Río Tiribí Laboratorio AyA Tres Ríos	31	21,6
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	23	32,7
107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	45	13,5
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	27	32,3
108- Quebrada El Bosque La Carpintera Tres Ríos	48	5,3
109b- Río María Aguilar Puente Chuma Calle Naranjo Concepción	39	5,2
110a- Río Aquiares Turrialba Finca Blanco y Negro	65	1
110b- Río Aquiares Salón Comunal Aquiares Turrialba	63	0,7
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	71	4,7
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar	37	25,3
111a- Quebrada La Ocho Colegio CTPP costado Pte Jiménez	66	10,7
111b- Quebrada La Ocho 1 Km arriba Jiménez	82	3,8
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	45	4
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	64	8,5
113- Río Humito Pejibaye Puente Carretera	73	2
114- Río Humo Puente Pejibaye	52	1,3

115a- Río Colorado Arriba Turrialba	27	11,1
115b- Río Colorado Centro Turrialba	45	123
116- Quebrada Las Cabras El Guarco Toma AyA	21	2,4
117- Quebrada Guayabal Guarco	71	2,5
118a- Río Purires Tablón Arriba Guarco	66	61,9
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	14	2,7
119b- Quebrada Arriaz CEANA	21	1,6
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jiménez	55	5,2
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	17	13,1
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	16	4,9
124- Quebrada Colegio Alejandro Quesada Concepción La Unión	48	1,2
125- Quebrada Guayabo Monumento Nacional Guayabo Turrialba	65	1,4
127- Quebrada Chaguíte, Tres Ríos, Cartago	7	3,1
128- Quebrada Navarro en Guarco	61	32,5
129- Río Púcares en Paraíso al sur del Estadio	11	15,6
130- Quebrada Jucó en Cartago	54	2,1
131- Quebrada Grande La Cusinga Uvita (Puntarenas)	64	3,4
132a- Río Higuierón o Morete Uvita Rancho La Merced	57	7,6
132b- Río Higuierón en Osa Finca Perla	39	7,1
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	59	1,2
134- Río Portalón Portasol en Quepos	46	2,2
135- Quebrada Camaronera Quepos Aguirre	52	4,1
136- Río Parrita Sardinal Puntarenas	34	18
138- Río Cañas en Brunca Buenos Aires	109	0,4
139- Río Balzar Ciudad Cortés	58	282
140- Río Tigra Ciudad Cortés	69	2,7
141a- Río Pánica Tambor Arriba Cóbano	44	155,4
141b- Río Pánica Centro Tambor	22	178,2
142- Río Olivier o Liebre Isla del Coco	16	8,7
143- Río Genio Isla del Coco	16	4,4
145- Río Naranja Quepos Puente Carretera	9	70,1
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	10	167
147- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	56	46,6
148- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	49	1,9
149- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	71	5,3
150- Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	18	3,9
151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	19	91,8
152- Río Piro en Golfito	91	0,4
153- Quebrada Palma en Golfito	18	4,8
154- Río Zelaya en Concepción de Vainilla Puntarenas	49	0,8
155- Río Lajas en Cabo Blanco Puntarenas	36	67,8

156- Río Volcán en Buenos Aires	61	1
157- Río Copal en Coto Brus	52	7,6
158- Quebrada Santa Lucía en Osa	77	6,4
159- Quebrada Gamba en Golfito	63	6,2
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	50	2,6
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	36	3
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	48	5,5
163- Quebrada Carmen en Sta Teresa	5	144
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	26	3,8
164b- Río Zapote en Huacas Super Compro Santa Cruz	49	0,41
165a- Río Andamojo Santa Cruz	54	6,6
166- Río San Andrés Tamarindo	45	6,5
167- Río Riyito Tamarindo	32	3,7
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	20	89,2
168b- Río Tempisque Puente Guardia Liberia	52	9,6
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	13	3,6
169a- Río Liberia Toma AyA	39	24,9
169b- Río Liberia Puente Real	36	12,6
170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA	42	1,4
171- Río Corobicí Cañas	49	3,2
172a- Río Tenorio Pozo Azul Cañas	103	2,6
172b- Río Tenorio Puente Interamericana Cañas	69	3,3
173- Río Sardinal Carrillo	54	10,3
174- Río Bolsón Filadelfia Guanacaste	16	15,8
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	73	18,3
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	18	19,7
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	42	115,7
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	64	26,8
177b- Río San José abajo antigua mina	64	27,9
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	40	14,9
179- Quebrada Caimital Nicoya	33	3,15
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	14	52,4
181-Quebrada El Yugo Las Pailas PNRV ICE	103	0,2
182-Quebrada Victoria en Curubandé Liberia Toma	61	0,4
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	60	2,4
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	44	0,8
184- Río Potrero Catarata Llanos...en Bagaces	58	14,7
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	65	1,1
186- Río Nosara en Nicoya	40	1,1
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	25	3
188- Río Salitral en Liberia	65	1,5

189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	64	1,3
190- Río Cabuyo en Bagaces	52	1,4
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	65	2,9
192- Río Puerto Viejo Sarapiquí (Heredia)	26	1,8
193a- Río Segundo El Tirol Heredia	40	135,4
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia	18	11,1
194-Río La Tirimbina La Virgen	67	3
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	49	1,9
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	51	2,1
195e- Río Sarapiquí Selva Verde	63	0,8
195f- Río Sarapiquí sector La Tirimbina La Virgen	38	1,6
195g- Río Sarapiquí Bajo La Chancha	6	0,9
196- Quebrada Flores Heredia	2	6,7
197- Río Turú Heredia	37	3,9
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	51	7,2
199- Quebrada Maná-Guarumo en Sarapiquí	28	3,2
200- Río Guararí en Santa Bárbara	56	2,3
201- Río San José en Sarapiquí	77	1,2

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

En el cuadro 5 se presentan los resultados del coeficiente de correlación de concentración de coliformes fecales vs turbiedad, el coeficiente fue de **0,03**. Aquí se obtuvo una correlación despreciable, directamente proporcional, por lo que a mayor turbiedad, mayor concentración de coliformes fecales, esto se nota generalmente en los valores de coliformes fecales obtenidos en aguas turbias, aunque no siempre sucede. Según MARCÓ *et al.*, (2004), elevados niveles de turbidez pueden proteger a los microorganismos y estimular la proliferación de bacterias. Mientras algunas partículas son de naturaleza inorgánica (arcillas, fangos y óxidos minerales), que provienen de la erosión del suelo, otras son de naturaleza orgánica (bacterias, parásitos, algas, zooplancton, ácidos fúlvicos y coloides húmicos). Según Roldán (2003), citado por cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos//pom/_amoya//diagnostico/1211.pdf, la turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra. Es producida por materiales en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos. Incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema. La turbiedad define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión.

Cuadro 5: Correlación coliformes fecales vs turbiedad en cuerpos de agua dulce superficiales (247 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	Colif. Fecales	Turbiedad	Coeficiente
	Promedio Geo.	Promedio	correlación r
1a- Río Habana La Fortuna Arriba (Alajuela)	4323	2,6	0,03

1b- Río Habana Abajo Puente	4140	0,8
1c- Río Habana Antes presa CTPF	1733	0,4
2b- Río Fortuna Catarata	632	1,2
2c- Río Fortuna Puente Carretera	480	1,6
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	1940,3	1,2
3b- Río Burío Ecocentro Lanus	9300	1
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	157,3	18,2
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	130	1,8
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	46000	5,1
7- Quebrada Matías Atenas	4600	4,9
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	1949	2,5
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	660,9	3,6
9- Río Frío Los Chiles Muelle	5138,1	38
10b- Río Cañuela 200m arriba pte	235,9	8,4
11- Río La Prensa Concepción	313,5	21,1
12- Río Jesús Balboa San Ramón	240	4,9
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	307,6	1,2
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	5259	9,9
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	1556,3	4,1
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	77,1	1,7
16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	2419,6	26,3
17- Río Siquiars El Coyol de Alajuela	25581,3	4,3
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	5040,3	10,4
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	1	7,3
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	8,2	4,5
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	12,9	2,6
21- Quebrada Naciente La Colina San Ramón Constructora	9,3	0,2
22- Quebrada Pajulita en San Carlos	1224,1	28,3
23a- Río Alajuela Puente Negro	38961,5	10,4
23b- Río Alajuela Puente Pavas	675	22,1
24- Río Chaguite en Grecia	582	18,5
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	105,2	12,1
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos	102,2	4,82
26- Quebrada La Danta en San Carlos	46,4	0,7
27- Río Chorreras en Alajuela	295,2	2,8
28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	12,2	6,9
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos	1600	12,5
30- Río San Pedro en San Carlos	798,1	14,3
31- Quebrada El Colorado en Poás	13	0,8
32- Quebrada Nacientes Mariana Castillo en San Ramón	104,6	10,8
33- Río San Pedro en San Ramón	62,2	2,6

34- Río Achiote en Grecia	127,2	3,1
35- Río Prenditas en Poás	154,9	1
36- Quebrada Baldí o Guillermina en San Carlos Hotel Baldí Hot Springs	1486,6	2
37- Río Medio Queso en Los Chiles	350	6,5
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos	11	0,5
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	376,7	1,1
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	1100	3,2
41- Quebrada El Salto en San Carlos	49000	8,2
42- Río Thiales en Guatuso	202	1,1
43- Quebrada Nac Bijagua en Upala	110	0,4
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	121	4
45- Río Negro Aserri	240	0,9
46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	121.12	2,7
46b- Río Tabarcia Puente Corralar Puriscal	3212	9,3
48- Quebrada El Sitio Tarrazú	212	2,6
49- Quebrada La Cruz Tarrazú	150	1,1
50- Quebrada Serrano Paraíso Quetzal Dota	54,32	2,7
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	34,5	0,7
51c- Río Savegre Abajo descarga Truchas	43	5,3
51e- Río Savegre Campamento Cumbre	24,5	0,6
52- Río Pirris Cerro de La Muerte Dota	4	0,9
53- Río Agrá Moravia Puente Carretera	430	0,8
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	139,8	12,9
54b- Río Jaboncillal Los Coyotes	183,41	12,45
55- Quebrada El Caño PZ	119,8	4,9
56- Río Quebradas PZ Toma AyA	240	3,6
57- Quebrada La Veranera PZ	632,37	10,7
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	99,6	9,8
59b- Río Peñas Blancas PZ Finca Nery Granados	150	1,8
59c- Río Peñas Blancas Universidad de York	33	0,5
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	43	3
60b- Río Virilla EBI La Carpio	3080,4	6,4
61- Quebrada Catalina Escazú	102	4,1
62- Río Tulín Turrubares San Antonio	600	36,7
63- Quebrada El Sur Turrubares Macaw Lodge	212	3,3
64a- Río Torres Barrio México Cipreses	41177,7	18,6
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	112001,8	14,2
64c- Río Torres Hogar Calazanz San Rafael Montes de Oca	240000	8
65a- Río Tiribí Rancho Redondo	136	3,3
65b- Río Tiribí Desamparados	12000	16,7
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	160000	167,8

66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	2967,3	2,8
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	2457,5	12,2
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	24196	17,4
66- Río Las Bonitas en PZ toma agua ASADA	93	1,1
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	2419,6	4,1
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	1275,5	5,7
69- Quebrada Zacatales Campamento Cumbre Dota	3,1	0,3
70- Quebrada Junquillo o Junquillal Puriscal	166,4	0,8
71- Quebrada Pilas Parque Valle del Sol Santa Ana	2419,6	1,5
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	56,6	6,3
73- Río Agres Finca Embrujado Verde Escazú	230	2,8
74- Quebrada Pinares Curridabat	2419,6	2,5
75- Quebrada Barrial en Moravia	4678,4	2
76- Río Cañas en Aserrí	235,1	11,4
77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	920,2	9,9
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	27748,9	5,6
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	838,7	15,7
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserrí	463	1,8
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	252,4	2,4
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	137,7	13,1
83- Río Tarrazú en Desamparados	401,2	1,1
84- Quebrada Canet en Tarrazú	9,6	0,2
85- Quebrada Lajas en Santa Ana	1600	8,1
86a- Río Ocloro frente Clínica Carlos Durán	2592,3	3,4
86b- Río Ocloro 200 m al sur de Casa España Sabana Norte	1600000	12,8
87- Quebrada Tarbaca 15 m antes de Planta	49	2
88- Quebrada Grande en Puriscal	558,6	16,7
89- Río Guatuso en Aserrí EBI	160000	1
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	288,2	15
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge	4,1	0,7
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales	12	25,1
91- Quebrada Guayacán Siquirres ICE	103	3,9
92- Río San Box Talamanca	311	7,7
93- Río Destierro Milano Siquirres	240	0,9
94- Río Blanco Liverpool Limón Pte arriba	7500	35
95b- Río Bananito Toma AyA	345	2,6
97- Río Aguas Zarcas Matama 1 Km Arriba Pueblo	23	1,5
98- Río La Estrella 500 m arriba pte carretera	930	2,4
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	73,6	0,7
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	186,5	3,1
101- Río Siquirres Toma AyA	121,79	0,9

102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	2414,4	1,8
102b- Río Guápiles Boulevard	24000	2,2
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	160,7	21
104- Quebrada Carbón en Talamanca	743,6	5,5
105a- Río Pacuare San Joaquín Turrialba (Cartago)	436	5,6
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba	319,8	10,2
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	325,1	9,9
106c- Río Tiribí Laboratorio AyA Tres Ríos	3780	21,6
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	2419,6	32,7
107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	1066	13,5
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	7790	32,3
108- Quebrada El Bosque La Carpintera Tres Ríos	825	5,3
109b- Río María Aguilar Puente Chuma Calle Naranjo Concepción	39	5,2
110a- Río Aquiares Turrialba Finca Blanco y Negro	258	1
110b- Río Aquiares Salón Comunal Aquiares Turrialba	228,2	0,7
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	170	4,7
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar	4900	25,3
111a- Quebrada La Ocho Colegio CTPP costado Pte Jiménez	23921,27	10,7
111b- Quebrada La Ocho 1 Km arriba Jiménez	1500	3,8
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	2275	4
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	212,1	8,5
113- Río Humito Pejibaye Puente Carretera	1263	2
114- Río Humo Puente Pejibaye	102	1,3
115a- Río Colorado Arriba Turrialba	2400000	11,1
115b- Río Colorado Centro Turrialba	93000	123
116- Quebrada Las Cabras El Guarco Toma AyA	43	2,4
117- Quebrada Guayabal Guarco	9	2,5
118a- Río Pures Tablón Arriba Guarco	682,64	61,9
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	2215,2	2,7
119b- Quebrada Arriaz CEANA	2149,4	1,6
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jimenez	1078,5	5,2
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	8334	13,1
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	9641,4	4,9
124- Quebrada Colegio Alejandro Quesada Concepción La Unión	240000	1,2
125- Quebrada Guayabo Monumento Nacional Guayabo Turrialba	88,2	1,4
127- Quebrada Chaguite, Tres Ríos, Cartago	6300	3,1
128- Quebrada Navarro en Guarco	87	32,5
129- Río Púcares en Paraiso al sur del Estadio	17000	15,6
130- Quebrada Jucó en Cartago	140	2,1
131- Quebrada Grande La Cusinga Uvita (Puntarenas)	336	3,4
132a- Río Higerón o Morete Uvita Rancho La Merced	243	7,6

132b- Río Higuierón en Osa Finca Perla	46	7,1
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	170	1,2
134- Río Portalón Portasol en Quepos	108,9	2,2
135- Quebrada Camaronera Quepos Aguirre	1347	4,1
136- Río Parrita Sardinal Puntarenas	2400	18
138- Río Cañas en Brunca Buenos Aires	430	0,4
139- Río Balzar Ciudad Cortés	93	282
140- Río Tigra Ciudad Cortés	430	2,7
141a- Río Pánico Tambor Arriba Cóbano	2501,61	155,4
141b- Río Pánico Centro Tambor	3728,6	178,2
142- Río Olivier o Liebre Isla del Coco	76,3	8,7
143- Río Genio Isla del Coco	346,36	4,4
145- Río Naranjo Quepos Puente Carretera	47,1	70,1
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	3923,4	167
147- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	254	46,6
148- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	571	1,9
149- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	85,3	5,3
150- Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	205,7	3,9
151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	2419,6	91,8
152- Río Piro en Golfito	33	0,4
153- Quebrada Palma en Golfito	3300	4,8
154- Río Zelaya en Concepción de Vainilla Puntarenas	240	0,8
155- Río Lajas en Cabo Blanco Puntarenas	1600	67,8
156- Río Volcán en Buenos Aires	280	1
157- Río Copal en Coto Brus	196,7	7,6
158- Quebrada Santa Lucía en Osa	33	6,4
159- Quebrada Gamba en Golfito	1100	6,2
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	170	2,6
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	1700	3
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	490	5,5
163- Quebrada Carmen en Sta Teresa	160000	144
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	2232	3,8
164b- Río Zapote en Huacas Super Compro Santa Cruz	24000	0,41
165a- Río Andamojo Santa Cruz	998,7	6,6
166- Río San Andrés Tamarindo	5974,9	6,5
167- Río Riyito Tamarindo	2970	3,7
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	2400	89,2
168b- Río Tempisque Puente Guardia Liberia	92,74	9,6
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	1534,3	3,6
169a- Río Liberia Toma AyA	477,56	24,9
169b- Río Liberia Puente Real	1296,1	12,6

170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA	1717,1	1,4
171- Río Corobicí Cañas	479	3,2
172a- Río Tenorio Pozo Azul Cañas	420	2,6
172b- Río Tenorio Puente Interamericana Cañas	585	3,3
173- Río Sardinal Carrillo	2400	10,3
174- Río Bolsón Filadelfia Guanacaste	130	15,8
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	1331,7	18,3
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	33226,49	19,7
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	2964,4	115,7
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	2419,6	26,8
177b- Río San José abajo antigua mina	2419,6	27,9
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	2419,6	14,9
179- Quebrada Caimital Nicoya	2876,7	3,15
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	162480,8	52,4
181-Quebrada El Yugo Las Pailas PNRV ICE	1	0,2
182-Quebrada Victoria en Curubandé Liberia Toma	2	0,4
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	13	2,4
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	31,5	0,8
184- Río Potrero Catarata Llanos...en Bagaces	193,4	14,7
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	155,6	1,1
186- Río Nosara en Nicoya	84,6	1,1
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	17000	3
188- Río Salitral en Liberia	790	1,5
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	1300	1,3
190- Río Cabuyo en Bagaces	790	1,4
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	130	2,9
192- Río Puerto Viejo Sarapiquí (Heredia)	654	1,8
193a- Río Segundo El Tirol Heredia	75	135,4
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia	8182	11,1
194-Río La Tirimbina La Virgen	139,2	3
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	160,8	1,9
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	67,6	2,1
195e- Río Sarapiquí Selva Verde	102	0,8
195f- Río Sarapiquí sector La Tirimbina La Virgen	390	1,6
195g- Río Sarapiquí Bajo La Chancha	240	0,9
196- Quebrada Flores Heredia	240000	6,7
197- Río Turú Heredia	2811	3,9
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	566,1	7,2
199- Quebrada Maná-Guarumo en Sarapiquí	46	3,2
200- Río Guararí en Santa Bárbara	3300	2,3
201- Río San José en Sarapiquí	700	1,2

En el cuadro 6 se presenta la correlación entre el índice biológico vs el pH del agua, se obtuvo un valor r de **0,08**, lo anterior indicó una correlación directamente proporcional, a mayor pH, mayor índice biológico. El pH se relaciona con la concentración de oxígeno disuelto en el agua, por lo general, a mayor oxígeno disuelto, mayor será el pH. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos (Mejía, 2005; Trujillo *et al.*, 2008). Un pH bajo también puede permitir a los elementos tóxicos y compuestos ser más móviles y disponibles para ser tomados por los organismos y plantas acuáticas. Esto puede producir condiciones que son tóxicas para la vida acuática, particularmente para las especies sensibles (Yan *et al.*, 2007); Minaverry, 2014), (citados por Hernández y Cárdenas, 2018). Según Guerrero-Bolaño *et al.*, valores bajos de pH podrían tener efectos negativos en los organismos acuáticos e indican una posible contaminación del cuerpo de agua. Lo antes mencionado ocurre en sitios como Tarrazú, San José, cuyos cuerpos de agua presentaron valores de pH inferiores a 6, por ejemplo, la quebrada el Sitio con un pH de 5,3 (ácido). Los valores de pH podrían influir en que por ejemplo la riqueza biológica sea mayor en la Quebrada Terciopelo (con un pH entre 8,1 y 8,3), que en la Quebrada El Sitio, así como en otros puntos de muestreo, que presentaron valores de pH superiores a 7, con respecto a los cuerpos de agua con pH inferior a 6. El rango de pH en este estudio estuvo entre 5,0 en el Río Blanco en Curubandé de Liberia, finca Don Rafa y 8,3 en la Quebrada Terciopelo en Siquirres. Este parámetro es definido como el logaritmo del inverso de la concentración de iones de hidrógeno (H). Según Roldán (1998), citado por cortolima.gov.co/sites/default/files/images/, el intervalo de la concentración adecuado para la proliferación y desarrollo de la vida acuática es bastante estrecho y crítico, la mayoría de animales acuáticos prefieren un rango de 6.6 a 8.0, fuera de este rango se reduce la diversidad por estrés fisiológico y la reproducción.

Cuadro 6: Correlación índice biológico BMWP-CR vs pH en cuerpos de agua dulce superficiales (245 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	BMWP-CR	pH	Coficiente
	Promedio Arit.	Promedio	Correlación r
1a- Río Habana La Fortuna Arriba (Alajuela)	49	6,9	0,08
1b- Río Habana Abajo Puente	43	6,5	
1c- Río Habana Antes presa CTPF	45	7,4	
2b- Río Fortuna Catarata	103	7,1	
2c- Río Fortuna Puente Carretera	76	7,1	
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	37	7,5	
3b- Río Burío Ecocentro Lanus	24	7,9	
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	56	7,9	
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	74	7,4	
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	19	7,5	
7- Quebrada Matías Atenas	26	7,3	
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	40	7,5	
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	34	7,6	

9- Río Frío Los Chiles Muelle	17	7,4
10a- Río Cañuela Concepción San Ramón Pte	61	7,5
10b- Río Cañuela 200m arriba pte	52	7,1
11- Río La Prensa Concepción	60	7,5
12- Río Jesús Balboa San Ramón	70	7,9
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	69	7,6
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	28	7,1
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	54	7,5
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	41	7,9
16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	29	7
17- Río Siquiars El Coyol de Alajuela	10	7
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	27	6,9
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	38	6,6
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	36	6,9
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	18	6,5
21- Quebrada Naciente La Colina San Ramón Constructora	34	6,7
22- Quebrada Pajulita en San Carlos	40	7,3
23a- Río Alajuela Puente Negro	11	7,6
23b- Río Alajuela Puente Pavas	11	7,1
24- Río Chaguite en Grecia	36	7,4
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	16	7,8
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos	17	7,1
26- Quebrada La Danta en San Carlos	64	7,7
27- Río Chorreras en Alajuela	49	7,2
28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	38	5,4
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos	17	7
30- Río San Pedro en San Carlos	17	7,1
31- Quebrada El Colorado en Poás	43	7
32- Quebrada Nacientes Mariana Castillo en San Ramón	44	7,6
33- Río San Pedro en San Ramón	74	7,3
34- Río Achiote en Grecia	50	7,4
35- Río Prenditas en Poás	36	7,4
37- Río Medio Queso en Los Chiles	11	7,8
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos	29	7,33
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	41	7,5
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	50	7,5
41- Quebrada El Salto en San Carlos	18	7,6
42- Río Thiales en Guatuso	39	7
43- Quebrada Nac Bijagua en Upala	64	7,5
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	59	7,8
45- Río Negro Aserri	77	7,1

46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	66	7,6
46b- Río Tabarcia Puente Corralar Puriscal	48	7,6
48- Quebrada El Sitio Tarrazú	40	5,3
49- Quebrada La Cruz Tarrazú	24	5,5
50- Quebrada Serrano Paraíso Quetzal Dota	63	7,3
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	49	7,4
51c- Río Savegre Abajo descarga Truchas	27	7,7
51e- Río Savegre Campamento Cumbre	52	7,6
52- Río Pirris Cerro de La Muerte Dota	70	7,2
53- Río Agrá Moravia Puente Carretera	86	5,9
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	68	7,3
54b- Río Jaboncillal Los Coyotes	64	7,6
54d- Río Jaboncillal Toma AyA	39	7,7
55- Quebrada El Caño PZ	39	7
56- Río Quebradas PZ Toma AyA	86	7,8
57- Quebrada La Veranera PZ	18	6,3
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	59	7,3
59b- Río Peñas Blancas PZ Finca Nery Granados	89	7,3
59c- Río Peñas Blancas Universidad de York	116	7
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	41	7,6
60b- Río Virilla EBI La Carpio	24	7,2
61- Quebrada Catalina Escazú	46	6,7
62- Río Tulín Turrubares San Antonio	63	8
63- Quebrada El Sur Turrubares Macaw Lodge	56	7,5
64a- Río Torres Barrio México Cipreses	18	7,2
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	24	7,1
64c- Río Torres Hogar Calazanz San Rafael Montes de Oca	29	7,5
65a- Río Tiribí Rancho Redondo	24	7,3
65b- Río Tiribí Desamparados	5	6,8
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	16	7,2
66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	17	7,6
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	8	7,1
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	7	7
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	29	7,5
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	30	7,4
69- Quebrada Zacatales Campamento Cumbre Dota	62	7,7
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	46	7,5
73- Río Agres Finca Embrujo Verde Escazú	46	7,7
74- Quebrada Pinares Curridabat	8	7,3
75- Quebrada Barrial en Moravia	12	7,3
76- Río Cañas en Aserri	36	7,6

77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	46	7,1
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	13	7,3
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	18	7,4
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserrí	49	6,8
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	89	7,5
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	72	7,6
83- Río Tarrazú en Desamparados	50	7,5
84- Quebrada Canet en Tarrazú	32	5,1
85- Quebrada Lajas en santa Ana	36	7,9
86a- Río Ocloro frente Clínica Carlos Durán	8	7,1
86b- Río Ocloro 200 m al sur de Casa España Sabana Norte	2	6,9
87- Quebrada Tarbaca 15 m antes de Planta	61	7,5
88- Quebrada Grande en Puriscal	65	7,4
89- Río Guatuso en Aserrí EBI	9	7
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	49	8,1
90b- Río Pacuare San Martín Siquirres	63	8
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales	47	8,1
91- Quebrada Guayacán Siquirres ICE	72	7,7
92- Río San Box Talamanca	34	7,7
93- Río Destierro Milano Siquirres	19	7,3
94- Río Blanco Liverpool Limón Pte arriba	18	8,2
95b- Río Bananito Toma AyA	28	7,8
97- Río Aguas Zarcas Matama 1 Km Arriba Pueblo	16	7,5
98- Río La Estrella 500 m arriba pte carretera	28	7,9
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	42	8,3
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	46	8,2
101- Río Siquirres Toma AyA	59	7,3
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	46	7,4
102b- Río Guápiles Boulevard	52	7,4
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	33	7,5
104- Quebrada Carbón en Talamanca	29	7,6
105a- Río Pacuare San Joaquín Turrialba (Cartago)	45	7,9
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba	52	6,8
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	45	7,7
106c- Río Tiribí Laboratorio AyA Tres Ríos	31	7,5
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	23	7,3
107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	45	7,2
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	27	7,4
108- Quebrada El Bosque La Carpintera Tres Ríos	48	7,4
109b- Río María Aguilar Puente Chuma Calle Naranjo Concepción	39	7
110a- Río Aquiares Turrialba Finca Blanco y Negro	65	7

110b- Río Aquiares Salón Comunal Aquiares Turrialba	63	7
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	71	7
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar	37	8,1
111a- Quebrada La Ocho Colegio CTPP costado Pte Jiménez	66	7,5
111b- Quebrada La Ocho 1 Km arriba Jiménez	82	7,6
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	45	7,3
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	64	7,6
113- Río Humito Pejibaye Puente Carretera	73	7,6
114- Río Humo Puente Pejibaye	52	7,5
115a- Río Colorado Arriba Turrialba	27	7,1
115b- Río Colorado Centro Turrialba	45	7,4
116- Quebrada Las Cabras El Guarco Toma AyA	21	7,4
117- Quebrada Guayabal Guarco	71	7,2
118a- Río Puriros Tablón Arriba Guarco	66	7,2
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	14	7,5
119b- Quebrada Arriaz CEANA	21	7,3
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jimenez	55	7,6
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	17	6,9
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	16	6,9
124- Quebrada Colegio Alejandro Quesada Concepción La Unión	48	7,1
125- Quebrada Guayabo Monumento Nacional Guayabo Turrialba	65	7,6
127- Quebrada Chaguite, Tres Ríos, Cartago	7	7,1
128- Quebrada Navarro en Guarco	61	6,8
129- Río Púcares en Paraiso al sur del Estadio	11	6,8
130- Quebrada Jucó en Cartago	54	7,7
131- Quebrada Grande La Cusinga Uvita (Puntarenas)	64	7,5
132a- Río Higerón o Morete Uvita Rancho La Merced	57	7,5
132b- Río Higerón en Osa Finca Perla	39	7,7
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	59	7,8
134- Río Portalón Portasol en Quepos	46	7,8
135- Quebrada Camaronera Quepos Aguirre	52	7,7
136- Río Parrita Sardinal Puntarenas	34	7
138- Río Cañas en Brunca Buenos Aires	109	7,1
139- Río Balzar Ciudad Cortés	58	7,7
140- Río Tigra Ciudad Cortés	69	8,3
141a- Río Pánica Tambor Arriba Tambor Cóbano	44	7,6
141b- Río Pánica Centro Tambor	22	7,5
142- Río Olivier o Liebre Isla del Coco	16	6,7
143- Río Genio Isla del Coco	16	6,6
145- Río Naranjo Quepos Puente Carretera	9	7,9
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	10	7,8

147-Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	56	8
148-Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	49	8
149-Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	71	7,3
150-Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	18	7,6
151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	19	7,4
152- Río Piro en Golfito	91	7,3
153- Quebrada Palma en Golfito	18	6,9
154- Río Zelaya en Concepción de Vainilla Puntarenas	49	7,8
155- Río Lajas en Cabo Blanco Puntarenas	36	7,4
156- Río Volcán en Buenos Aires	61	7,3
157- Río Copal en Coto Brus	52	7,6
158- Quebrada Santa Lucía en Osa	77	7,6
159- Quebrada Gamba en Golfito	63	7,6
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	50	7,2
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	36	7,1
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	48	8,1
163- Quebrada Carmen en Sta Teresa	5	7,7
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	26	7,5
164b- Río Zapote en Huacas Super Compro Santa Cruz	49	7,4
165a- Río Andamojo Santa Cruz en Río Seco	54	7,5
166- Río San Andrés Tamarindo	45	8
167- Río Riyito Tamarindo	32	7,3
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	20	7,7
168b- Río Tempisque Puente Guardia Liberia	52	7,4
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	13	7,6
169a- Río Liberia Toma AyA	39	7,1
169b- Río Liberia Puente Real	36	7,1
170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA	42	7,7
171- Río Corobicí Cañas	49	7,3
172a- Río Tenorio Pozo Azul Cañas	103	7,5
172b- Río Tenorio Puente Interamericana Cañas	69	7,6
173- Río Sardinal Carrillo	54	7
174- Río Bolsón Filadelfia Guanacaste	16	8,1
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	73	7,3
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	18	7,7
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	42	7,3
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	64	7,9
177b- Río San José abajo antigua mina	64	7,8
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	40	7,8
179- Quebrada Caimital Nicoya	33	7,9
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	14	7,6

182-Quebrada Victoria en Curubandé Liberia Toma	61	6,1
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	60	5
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	44	5,3
184- Río Potrero Catarata Llanos...en Bagaces	58	6,8
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	65	7,3
186- Río Nosara en Nicoya	40	7,7
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	25	7,9
188- Río Salitral en Liberia	65	7,2
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	64	7,2
190- Río Cabuyo en Bagaces	52	7,6
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	65	7,3
192- Río Puerto Viejo Sarapiquí (Heredia)	26	6,2
193a- Río Segundo El Tirol Heredia	40	5,4
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia	18	7,4
194-Río La Tirimbina La Virgen	67	7,3
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	49	7,7
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	51	7,6
195e- Río Sarapiquí Selva Verde	63	7,3
195f- Río Sarapiquí sector La Tirimbina La Virgen	38	8
195g- Río Sarapiquí Bajo La Chancha	6	6,9
196- Quebrada Flores en Cervecería Heredia	2	7,4
197- Río Turú Heredia	37	7,1
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	51	6,8
199- Quebrada Maná-Guarumo en Sarapiquí	28	6,4
200- Río Guararí en Santa Bárbara	56	6,7
201- Río San José en Sarapiquí	77	7,9

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

En el cuadro 7 se presenta la correlación entre la concentración de Coliformes Fecales y el pH del agua, se obtuvo un valor de correlación de **-0,05**, indicando una relación inversamente proporcional entre ambas variables. Esto indicó que por lo general a un pH más alto, la concentración de coliformes fecales es menor, aunque en forma despreciable, o no significativa.

Cuadro 7: Correlación concentración de coliformes fecales vs pH en cuerpos de agua dulce superficiales (245 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	Colif. Fecales Promedio Geo.	pH Promedio	Coficiente Correlación r
1a- Río Habana La Fortuna Arriba (Alajuela)	4323	6,9	-0,05
1b- Río Habana Abajo Puente	4140	6,5	
1c- Río Habana Antes presa CTPF	1733	7,4	

2b- Río Fortuna Catarata	632	7,1
2c- Río Fortuna Puente Carretera	480	7,1
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	1940,3	7,5
3b- Río Burío Ecocentro Lanus	9300	7,9
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	157,3	7,9
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	130	7,4
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	46000	7,5
7- Quebrada Matías Atenas	4600	7,3
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	1949	7,5
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	660,9	7,6
9- Río Frío Los Chiles Muelle	5138,1	7,4
10a- Río Cañuela Concepción San Ramón Pte	319,1	7,5
10b- Río Cañuela 200m arriba pte	235,9	7,1
11- Río La Prensa Concepción de San Ramón	313,5	7,5
12- Río Jesús Balboa San Ramón	240	7,9
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	307,6	7,6
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	5259	7,1
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	1556,3	7,5
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	77,1	7,9
16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	2419,6	7
17- Río Siquiaries El Coyol de Alajuela	25581,3	7
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	5040,3	6,9
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	1	6,6
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	8,2	6,9
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	12,9	6,5
21- Quebrada Naciente La Colina San Ramón Constructora	9,3	6,7
22- Quebrada Pajuilita en San Carlos	1224,1	7,3
23a- Río Alajuela Puente Negro	38961,5	7,6
23b- Río Alajuela Puente Pavas	675	7,1
24- Río Chaguite en Grecia	582	7,4
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	105,2	7,8
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos	102,2	7,1
26- Quebrada La Danta en San Carlos	46,4	7,7
27- Río Chorreras en Alajuela	295,2	7,2
28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	12,2	5,4
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos	1600	7
30- Río San Pedro en San Carlos	798,1	7,1
31- Quebrada El Colorado en Poás	13	7
32- Quebrada Nacientes Mariana Castillo en San Ramón	104,6	7,6
33- Río San Pedro en San Ramón	62,2	7,3
34- Río Achioté en Grecia	127,2	7,4

35- Río Prenditas en Poás	154,9	7,4
37- Río Medio Queso en Los Chiles	350	7,8
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos	11	7,33
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	376,7	7,5
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	1100	7,5
41- Quebrada El Salto en San Carlos	49000	7,6
42- Río Thiales en Guatuso	202	7
43- Quebrada Nac Bijagua en Upala	110	7,5
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	121	7,8
45- Río Negro Aserri	240	7,1
46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	121,12	7,6
46b- Río Tabarcia Puente Corralar Puriscal	3212	7,6
48- Quebrada El Sitio Tarrazú	212	5,3
49- Quebrada La Cruz Tarrazú	150	5,5
50- Quebrada Serrano Paraíso Quetzal Dota	54,32	7,3
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	34,5	7,4
51c- Río Savegre Abajo descarga Truchas	43	7,7
51e- Río Savegre Campamento Cumbre	24,5	7,6
52- Río Pirris Cerro de La Muerte Dota	4	7,2
53- Río Agrá Moravia Puente Carretera	430	5,9
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	139,8	7,3
54b- Río Jaboncillal Los Coyotes	183,41	7,6
54d- Río Jaboncillal Toma AyA	119,8	7,7
55- Quebrada El Caño PZ	119,8	7
56- Río Quebradas PZ Toma AyA	240	7,8
57- Quebrada La Veranera PZ	632,37	6,3
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	99,6	7,3
59b- Río Peñas Blancas PZ Finca Nery Granados	150	7,3
59c- Río Peñas Blancas Universidad de York	33	7
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	43	7,6
60b- Río Virilla EBI La Carpio	3080,4	7,2
61- Quebrada Catalina Escazú	102	6,7
62- Río Tulín Turrubares San Antonio	600	8
63- Quebrada El Sur Turrubares Macaw Lodge	212	7,5
64a- Río Torres Barrio México Cipreses	41177,7	7,2
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	112001,8	7,1
64c- Río Torres Hogar Calazanz San Rafael Montes de Oca	240000	7,5
65a- Río Tiribí Rancho Redondo	136	7,3
65b- Río Tiribí Desamparados	12000	6,8
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	160000	7,2
66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	2967,3	7,6

65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	2457,5	7,1
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	24196	7
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	2419,6	7,5
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	1275,5	7,4
69- Quebrada Zacatales Campamento Cumbre Dota	3,1	7,7
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	56,6	7,5
73- Río Agres Finca Embrujo Verde Escazú	230	7,7
74- Quebrada Pinares Curridabat	2419,6	7,3
75- Quebrada Barrial en Moravia	4678,4	7,3
76- Río Cañas en Aserri	235,1	7,6
77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	920,2	7,1
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	27748,9	7,3
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	838,7	7,4
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserri	463	6,8
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	252,4	7,5
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	137,7	7,6
83- Río Tarrazú en Desamparados	401,2	7,5
84- Quebrada Canet en Tarrazú	9,6	5,1
85- Quebrada Lajas en Santa Ana	1600	7,9
86a- Río Ocloro frente Clínica Carlos Durán	2592,3	7,1
86b- Río Ocloro 200 m al sur de Casa España Sabana Norte	1600000	6,9
87- Quebrada Tarbaca 15 m antes de Planta	49	7,5
88- Quebrada Grande en Puriscal	558,6	7,4
89- Río Guatuso en Aserri EBI	160000	7
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	288,2	8,1
90b- Río Pacuare San Martín Siquirres	321	8
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge	4,1	8,1
91- Quebrada Guayacán Siquirres ICE	103	7,7
92- Río San Box Talamanca	311	7,7
93- Río Destierro Milano Siquirres	240	7,3
94- Río Blanco Liverpool Limón Pte arriba	7500	8,2
95b- Río Bananito Toma AyA	345	7,8
97- Río Aguas Zarcas Matama 1 Km Arriba Pueblo	23	7,5
98- Río La Estrella 500 m arriba pte carretera	930	7,9
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	73,6	8,3
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	186,5	8,2
101- Río Siquirres Toma AyA	121,79	7,3
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	2414,4	7,4
102b- Río Guápiles Boulevard	24000	7,4
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	160,7	7,5
104- Quebrada Carbón en Talamanca	743,6	7,6

105a- Río Pacuare San Joaquín Turrialba (Cartago)	436	7,9
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba	319,8	6,8
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	325,1	7,7
106c- Río Tiribí Laboratorio AyA Tres Ríos	3780	7,5
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	2419,6	7,3
107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	1066	7,2
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	7790	7,4
108- Quebrada El Bosque La Carpintera Tres Ríos	825	7,4
109b- Río María Aguilar Puente Chuma Calle Naranjo Concepción	39	7
110a- Río Aquiares Turrialba Finca Blanco y Negro	258	7
110b- Río Aquiares Salón Comunal Aquiares Turrialba	228,2	7
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	170	7
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar	4900	8,1
111a- Quebrada La Ocho Colegio CTPP costado Pte Jiménez	23921,27	7,5
111b- Quebrada La Ocho 1 Km arriba Jiménez	1500	7,6
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	2275	7,3
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	212,1	7,6
113- Río Humito Pejibaye Puente Carretera	1263	7,6
114- Río Humo Puente Pejibaye	102	7,5
115a- Río Colorado Arriba Turrialba	2400000	7,1
115b- Río Colorado Centro Turrialba	93000	7,4
116- Quebrada Las Cabras El Guarco Toma AyA	43	7,4
117- Quebrada Guayabal Guarco	9	7,2
118a- Río Purires Tablón Arriba Guarco	682,64	7,2
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	2215,2	7,5
119b- Quebrada Arriaz CEANA	2149,4	7,3
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jiménez	1078,5	7,6
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	8334	6,9
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	9641,4	6,9
124- Quebrada Colegio Alejandro Quesada Concepción La Unión	240000	7,1
125- Quebrada Guayabo Monumento Nacional Guayabo Turrialba	88,2	7,6
127- Quebrada Chaguite, Tres Ríos, Cartago	6300	7,1
128- Quebrada Navarro en Guarco	87	6,8
129- Río Púcares en Paraíso al sur del Estadio	17000	6,8
130- Quebrada Jucó en Cartago	140	7,7
131- Quebrada Grande La Cusinga Uvita (Puntarenas)	336	7,5
132a- Río Higuierón o Morete Uvita Rancho La Merced	243	7,5
132b- Río Higuierón en Osa Finca Perla	46	7,7
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	170	7,8
134- Río Portalón Portasol en Quepos	108,9	7,8
135- Quebrada Camaronera Quepos Aguirre	1347	7,7

136- Río Parrita Sardinal Puntarenas	2400	7
138- Río Cañas en Brunca Buenos Aires	430	7,1
139- Río Balzar Ciudad Cortés	93	7,7
140- Río Tigra Ciudad Cortés	430	8,3
141a- Río Pánica Tambor Arriba Cóbano	2501,61	7,6
141b- Río Pánica Centro Tambor	3728,6	7,5
142- Río Olivier o Liebre Isla del Coco	76,3	6,7
143- Río Genio Isla del Coco	346,36	6,6
145- Río Naranjo Quepos Puente Carretera	47,1	7,9
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	3923,4	7,8
147- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	254	8
148- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	571	8
149- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	85,3	7,3
150- Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	205,7	7,6
151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	2419,6	7,4
152- Río Piro en Golfito	33	7,3
153- Quebrada Palma en Golfito	3300	6,9
154- Río Zelaya en Concepción de Vainilla Puntarenas	240	7,8
155- Río Lajas en Cabo Blanco Puntarenas	1600	7,4
156- Río Volcán en Buenos Aires	280	7,3
157- Río Copal en Coto Brus	196,7	7,6
158- Quebrada Santa Lucía en Osa	33	7,6
159- Quebrada Gamba en Golfito	1100	7,6
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	170	7,2
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	1700	7,1
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	490	8,1
163- Quebrada Carmen en Sta Teresa	160000	7,7
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	2232	7,5
164b- Río Zapote en Huacas Super Compro Santa Cruz	24000	7,4
165a- Río Andamojo Santa Cruz	998,7	7,5
166- Río San Andrés Tamarindo	5974,9	8
167- Río Riyito Tamarindo	2970	7,3
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	2400	7,7
168b- Río Tempisque Puente Guardia Liberia	92,74	7,4
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	1534,3	7,6
169a- Río Liberia Toma AyA	477,56	7,1
169b- Río Liberia Puente Real	1296,1	7,1
170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA	1717,1	7,7
171- Río Corobicí Cañas	479	7,3
172a- Río Tenorio Pozo Azul Cañas	420	7,5
172b- Río Tenorio Puente Interamericana Cañas	585	7,6

173- Río Sardinal Carrillo	2400	7
174- Río Bolsón Filadelfia Guanacaste	130	8,1
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	1331,7	7,3
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	33226,49	7,7
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	2964,4	7,3
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	2419,6	7,9
177b- Río San José abajo antigua mina	2419,6	7,8
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	2419,6	7,8
179- Quebrada Caimital Nicoya	2876,7	7,9
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	162480,8	7,6
182-Quebrada Victoria en Curubandé Liberia Toma	2	6,1
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	13	5
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	31,5	5,3
184- Río Potrero Catarata Llanos...en Bagaces	193,4	6,8
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	155,6	7,3
186- Río Nosara en Nicoya	84,6	7,7
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	17000	7,9
188- Río Salitral en Liberia	790	7,2
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	1300	7,2
190- Río Cabuyo en Bagaces	790	7,6
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	130	7,3
192- Río Puerto Viejo Sarapiquí (Heredia)	654	6,2
193a- Río Segundo El Tirol Heredia	75	5,4
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia	8182	7,4
194-Río La Tirimbina La Virgen	139,2	7,3
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	160,8	7,7
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	67,6	7,6
195e- Río Sarapiquí Selva Verde	102	7,3
195f- Río Sarapiquí sector La Tirimbina La Virgen	390	8
195g- Río Sarapiquí Bajo La Chancha	240	6,9
196- Quebrada Flores Heredia	240000	7,4
197- Río Turú Heredia	2811	7,1
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	566,1	6,8
199- Quebrada Maná-Guarumo en Sarapiquí	46	6,4
200- Río Guararí en Santa Bárbara	3300	6,7
201- Río San José en Sarapiquí	700	7,9

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

En el cuadro 8, se presentan los resultados de la correlación entre el índice biológico BMWP-CR vs la conductividad del agua, se obtuvo un r de **-0,3**, indicando una correlación inversamente proporcional entre ambas variables. Según lo anterior, a mayor conductividad, menor índice biológico, ya que a mayor salinidad mayor conductividad y

por ende menor riqueza biológica. Esto se ha demostrado en aguas con altas salinidades, sobre todo las que tienen influencia marina, por ejemplo, en algunos humedales RAMSAR muestreados por este laboratorio, como por ejemplo el Humedal Terraba-Sierpe, que tienen influencia marina, la diversidad bentónica es pobre o casi nula, dándose la presencia solamente de organismos del orden Amphipoda de la Clase Malacostraca y de algunos moluscos. La conductividad es la capacidad del agua para conducir la electricidad. El agua pura prácticamente no conduce electricidad. La conductividad en las aguas naturales se puede correlacionar con la cantidad de sólidos disueltos, ya que estos son en su mayoría compuestos iónicos de calcio y magnesio (sales), por lo tanto, la conductividad que se puede medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua (Petro & Wees, 2014), citados por Hernández y Cárdenas (2018). El rango de conductividad en este estudio estuvo entre 21 en el Río Genio en La Isla del Coco y La Quebrada Baldí en San Carlos con 2718 us/cm². Lo anterior concuerda con Andueza Félix *et al.*(2020), quien indica que los resultados de estudios del agua termal del Tingo se clasifica como de conductividad muy fuerte, mineralización excesiva, aguas muy duras.

La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación, a la evaluación de la actitud del agua para riego y a la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno (Faña, 2002), (citado por cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos//pom/_amoya//diagnostico/1211.pdf.). Esta se incrementa principalmente con el contenido de iones (sólidos disueltos) y la temperatura (Ramírez y Viña, 1998), citados por cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos//pom/_amoya//diagnostico/1211.pdf.).

Cuadro 8: Correlación índice biológico BMWP-CR vs conductividad en cuerpos de agua dulce superficiales (249 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	BMWP-CR	Conductividad	Coeficiente de
	Promedio Arit.	Promedio	correlación r
1a- Río Habana La Fortuna Arriba (Alajuela)	49	110,75	-0,3
1b- Río Habana Abajo Puente	43	105	
1c- Río Habana Antes presa CTPF	45	102	
2b- Río Fortuna Catarata	103	69	
2c- Río Fortuna Puente Carretera	76	191	
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	37	161,5	
3b- Río Burío Ecocentro Lanus	24	129	
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	56	128,2	
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	74	72	
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	19	292	
7- Quebrada Matías Atenas	26	216	
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	40	102,3	
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	34	100,8	
9- Río Frío Los Chiles Muelle	17	125,5	

10a- Río Cañuela Concepción San Ramón Pte	61	134,2
10b- Río Cañuela 200m arriba pte	52	127,2
11- Río La Prensa Concepción	60	101
12- Río Jesús Balboa San Ramón	70	126
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	69	84,5
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	28	177,7
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	54	207,8
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	41	199
16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	29	109
17- Río Siquiaries El Coyol de Alajuela	10	303
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	27	109,8
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	38	294
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	36	220,5
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	18	2149,3
21- Quebrada Naciente La Colina San Ramón Constructora	34	115,5
22- Quebrada Pajulita en San Carlos	40	124,7
23a- Río Alajuela Puente Negro	11	103
23b- Río Alajuela Puente Pavas	11	94
24- Río Chaguite en Grecia	36	87,7
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	16	49
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos	17	68
26- Quebrada La Danta en San Carlos	64	72
27- Río Chorreras en Alajuela	49	106,3
28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	38	185,7
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos	17	167
30- Río San Pedro en San Carlos	17	107,3
31- Quebrada El Colorado en Poás	43	153
32- Quebrada Nacientes Mariana Castillo en San Ramón	44	227
33- Río San Pedro en San Ramón	74	27,5
34- Río Achioté en Grecia	50	113
35- Río Prenditas en Poás	36	105
36- Quebrada Baldí o Guillermina en San Carlos Hotel Baldí Hot Springs	2	2718,5
37- Río Medio Queso en Los Chiles	11	60
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos	29	88
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	41	59
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	50	102
41- Quebrada El Salto en San Carlos	18	353
42- Río Thiales en Guatuso	39	74
43- Quebrada Nac Bijagua en Upala	64	124
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	59	236,2
45- Río Negro Aserri	77	123

46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	66	116,8
46b- Río Tabarcia Puente Corralar Puriscal	48	129
47- Quebrada El Salto Puriscal	21	270
48- Quebrada El Sitio Tarrazú	40	54,5
49- Quebrada La Cruz Tarrazú	24	22
50- Quebrada Serrano Paraíso Quetzal Dota	63	144
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	49	103,4
51c- Río Savegre Abajo descarga Truchas	27	129
51e- Río Savegre Campamento Cumbre	52	100,8
52- Río Pirris Cerro de La Muerte Dota	70	60
53- Río Agrá Moravia Puente Carretera	86	67
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	68	121,9
54b- Río Jaboncillal Los Coyotes	64	149
54d- Río Jaboncillal Toma AyA	39	108
55- Quebrada El Caño PZ	39	82
56- Río Quebradas PZ Toma AyA	86	79
57- Quebrada La Veranera PZ	18	39,5
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	59	47
59b- Río Peñas Blancas PZ Finca Nery Granados	89	40
59c- Río Peñas Blancas Universidad de York	116	73
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	41	166
60b- Río Virilla EBI La Carpio	24	259
61- Quebrada Catalina Escazú	46	111
62- Río Tulín Turrubares San Antonio	63	230
63- Quebrada El Sur Turrubares Macaw Lodge	56	139
64a- Río Torres Barrio México Cipreses	18	325,3
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	24	304,7
64c- Río Torres Hogar Calazanz San Rafael Montes de Oca	29	140
65a- Río Tiribí Rancho Redondo	24	144,5
65b- Río Tiribí Desamparados	5	220
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	16	254,5
66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	17	273,5
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	8	291
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	7	361
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	29	409
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	30	314
69- Quebrada Zacatales Campamento Cumbre Dota	62	134,5
70- Quebrada Junquillo o Junquillal Puriscal	37	159
71- Quebrada Pilas Parque Valle del Sol Santa Ana	21	484
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	46	151,7
73- Río Agres Finca Embrujo Verde Escazú	46	105,5

74-Quebrada Pinares Curridabat	8	239
75- Quebrada Barrial en Moravia	12	354
76- Río Cañas en Aserri	36	189
77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	46	122,7
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	13	189,5
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	18	211
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserri	49	97,3
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	89	124,5
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	72	67,5
83- Río Tarrazú en Desamparados	50	93
84- Quebrada Canet en Tarrazú	32	39
85- Quebrada Lajas en Santa Ana	36	529
86a- Río Ocloro frente Clínica Carlos Durán	8	281
86b- Río Ocloro 200 m al sur de Casa España Sabana Norte	2	340
87- Quebrada Tarbaca 15 m antes de Planta	61	195
88- Quebrada Grande en Puriscal	65	70,5
89- Río Guatuso en Aserri EBI	9	575
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	49	177,8
90b- Río Pacuare San Martín Siquirres	63	165
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge	61	149
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales	47	114
91- Quebrada Guayacán Siquirres ICE	72	88
92- Río San Box Talamanca	34	179
93- Río Destierro Milano Siquirres	19	135
94- Río Blanco Liverpool Limón Pte arriba	18	259
95b- Río Bananito Toma AyA	28	292
96a- Río Banano Finca Alberto Hidalgo Matama	19	170
97- Río Aguas Zarcas Matama 1 Km Arriba Pueblo	16	260
98- Río La Estrella 500 m arriba pte carretera	28	202
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	42	259,5
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	46	251
101- Río Siquirres Toma AyA	59	89
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	46	72,7
102b- Río Guápiles Boulevard	52	68
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	33	338
104- Quebrada Carbón en Talamanca	29	249,5
105a- Río Pacuare San Joaquín Turrialba (Cartago)	45	143,25
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba	52	116
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	45	184,8
106c- Río Tiribí Laboratorio AyA Tres Ríos	31	181
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	23	166

107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	45	141
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	27	143
108- Quebrada El Bosque La Carpintera Tres Ríos	48	209
109b- Río María Aguilar Puente Chuma Calle Naranjo Concepción	39	163
110a- Río Aquiares Turrialba Finca Blanco y Negro	65	213,5
110b- Río Aquiares Salón Comunal Aquiares Turrialba	63	291
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	71	250
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar	37	284
111a- Quebrada La Ocho Colegio CTPP costado Pte Jiménez	66	142
111b- Quebrada La Ocho 1 Km arriba Jiménez	82	96
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	45	139,2
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	64	104,7
113- Río Humito Pejibaye Puente Carretera	73	161
114- Río Humo Puente Pejibaye	52	93
115a- Río Colorado Arriba Turrialba	27	248
115b- Río Colorado Centro Turrialba	45	127
116- Quebrada Las Cabras El Guarco Toma AyA	21	87
117- Quebrada Guayabal Guarco	71	67
118a- Río Purires Tablón Arriba Guarco	66	112
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	14	319
119b- Quebrada Arriaz CEANA	21	289,5
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jimenez	55	126
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	17	259,7
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	16	286,3
124- Quebrada Colegio Alejandro Quesada Concepción La Unión	48	217
127- Quebrada Chaguite, Tres Ríos, Cartago	7	309,7
128- Quebrada Navarro en Guarco	61	110,3
129- Río Púcares en Paraiso al sur del Estadio	11	239
130- Quebrada Jucó en Cartago	54	125
131- Quebrada Grande La Cusinga Uvita (Puntarenas)	64	180
132a- Río Higuerón o Morete Uvita Rancho La Merced	57	153
132b- Río Higuerón en Osa Finca Perla	39	136
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	59	151,2
134- Río Portalón Portasol en Quepos	46	168,4
135- Quebrada Camaronera Quepos Aguirre	52	289
136- Río Parrita Sardinal Puntarenas	34	190
138- Río Cañas en Brunca Buenos Aires	109	36
139- Río Balzar Ciudad Cortés	58	253
140- Río Tigra Ciudad Cortés	69	278
141a- Río Pánica Tambor Arriba Cóbano	44	247
141b- Río Pánica Centro Tambor	22	259

142- Río Olivier o Liebre Isla del Coco	16	23
143- Río Genio Isla del Coco	16	21
145- Río Naranjo Quepos Puente Carretera	9	126
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	10	485,2
147- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	56	266,7
148- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	49	331,2
149- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	71	55,7
150- Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	18	340,5
151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	19	166
152- Río Piro en Golfito	91	216
153- Quebrada Palma en Golfito	18	234
154- Río Zelaya en Concepción de Vainilla Puntarenas	49	419
155- Río Lajas en Cabo Blanco Puntarenas	36	236
156- Río Volcán en Buenos Aires	61	40
157- Río Copal en Coto Brus	52	41,5
158- Quebrada Santa Lucía en Osa	77	148
159- Quebrada Gamba en Golfito	63	146
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	50	41
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	36	86
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	48	292
163- Quebrada Carmen en Sta Teresa	5	461
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	26	431
164b- Río Zapote en Huacas Super Compro Santa Cruz	49	344
165a- Río Andamojo Santa Cruz en Río Seco	54	373,8
166- Río San Andrés Tamarindo	45	431,5
167- Río Riyito Tamarindo	32	513,17
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	20	259
168b- Río Tempisque Puente Guardia Liberia	52	280
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	13	284
169a- Río Liberia Toma AyA	39	57
169b- Río Liberia Puente Real	36	51
170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA	42	365,7
171- Río Corobicí Cañas	49	112
172a- Río Tenorio Pozo Azul Cañas	103	138
172b- Río Tenorio Puente Interamericana Cañas	69	139
173- Río Sardinal Carrillo	54	381
174- Río Bolsón Filadelfia Guanacaste	16	597
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	73	181,3
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	18	224
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	42	242,5
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	64	176

177b- Río San José abajo antigua mina	64	192
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	40	186
179- Quebrada Caimital Nicoya	33	374,5
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	14	341
182-Quebrada Victoria en Curubandé Liberia Toma	61	252
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	60	277
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	44	304,5
184- Río Potrero Catarata Llanos de Cortés en Bagaces	58	132
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	65	86
186- Río Nosara en Nicoya	40	301,5
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	25	283
188- Río Salitral en Liberia	65	149
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	64	198
190- Río Cabuyo en Bagaces	52	183
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	65	181
192- Río Puerto Viejo Sarapiquí (Heredia)	26	63
193a- Río Segundo El Tirol Heredia	40	68
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia	18	427,1
194-Río La Tirimbina La Virgen	67	62,4
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	49	99,6
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	51	106,2
195e- Río Sarapiquí Selva Verde	63	124
195f- Río Sarapiquí sector La Tirimbina La Virgen	38	64
195g- Río Sarapiquí Bajo La Chancha	6	132
196- Quebrada Flores Heredia	2	269
197- Río Turú Heredia	37	212
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	51	181,2
199- Quebrada Maná-Guarumo en Sarapiquí	28	70
200- Río Guararí en Santa Bárbara	56	83
201- Río San José en Sarapiquí	77	53

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

En el cuadro 9 se presenta la correlación entre la concentración de coliformes fecales vs conductividad, donde se obtuvo un valor de correlación de **0,05**, indicando una correlación despreciable directamente proporcional entre las dos variables, o sea, a mayor conductividad mayor cantidad de coliformes fecales, aunque este valor no es significativo, por lo que no se puede afirmar estadísticamente esta aseveración. Aunque es posible encontrar grandes concentraciones de coliformes fecales en sitios como las desembocaduras de ríos como el Barranca en Puntarenas y que tienen influencia marina.

Cuadro 9: Correlación concentración de coliformes fecales vs conductividad en cuerpos de agua dulce superficiales (249 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	Colif. Fecales	Conductividad	Coefficiente de
	Promedio Geo.	Promedio	Correlación r
1a- Río Habana La Fortuna Arriba (Alajuela)	4323	110,75	0,05
1b- Río Habana Abajo Puente	4140	105	
1c- Río Habana Antes presa CTPF	1733	102	
2a- Río Fortuna Arriba de Poza	425	69	
2c- Río Fortuna Puente Carretera	480	191	
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	1940,3	161,5	
3b- Río Burío Ecocentro Lanus	9300	129	
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	157,3	128,2	
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	130	72	
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	46000	292	
7- Quebrada Matías Atenas	4600	216	
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	1949	102,3	
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	660,9	100,8	
9- Río Frío Los Chiles Muelle	5138,1	125,5	
10a- Río Cañuela Concepción San Ramón Pte	319,1	134,2	
10b- Río Cañuela 200m arriba pte	235,9	127,2	
11- Río La Prensa Concepción	313,5	101	
12- Río Jesús Balboa San Ramón	240	126	
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	307,6	84,5	
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	5259	177,7	
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	1556,3	207,8	
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	77,1	199	
16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	2419,6	109	
17- Río Siquiars El Coyol de Alajuela	25581,3	303	
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	5040,3	109,8	
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	1	294	
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	8,2	220,5	
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	12,9	2149,3	
21- Quebrada Naciente La Colina San Ramón Constructora	9,3	115,5	
22- Quebrada Pajulita en San Carlos	1224,1	124,7	
23a- Río Alajuela Puente Negro	38961,5	103	
23b- Río Alajuela Puente Pavas	675	94	
24- Río Chaguite en Grecia	582	87,7	
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	105,2	49	
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos	102,2	68	
26- Quebrada La Danta en San Carlos	46,4	72	
27- Río Chorreras en Alajuela	295,2	106,3	

28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	12,2	185,7
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos	1600	167
30- Río San Pedro en San Carlos	798,1	107,3
31- Quebrada El Colorado en Poás	13	153
32- Quebrada Nacientes Mariana Castillo en San Ramón	104,6	227
33- Río San Pedro en San Ramón	62,2	27,5
34- Río Achiote en Grecia	127,2	113
35- Río Prenditas en Poás	154,9	105
36- Quebrada Baldí o Guillermina en San Carlos Hotel Baldí Hot Springs	1486,6	2718,5
37- Río Medio Queso en Los Chiles	350	60
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos	11	88
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	376,7	59
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	1100	102
41- Quebrada El Salto en San Carlos	49000	353
42- Río Thiales en Guatuso	202	74
43- Quebrada Nac Bijagua en Upala	110	124
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	121	236,2
45- Río Negro Aserri	240	123
46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	121.12	116,8
46b- Río Tabarcia Puente Corralar Puriscal	3212	129
47- Quebrada El Salto Puriscal	240	270
48- Quebrada El Sitio Tarrazú	212	54,5
49- Quebrada La Cruz Tarrazú	150	22
50- Quebrada Serrano Paraíso Quetzal Dota	54,32	144
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	34,5	103,4
51c- Río Savegre Abajo descarga Truchas	43	129
51e- Río Savegre Campamento Cumbre	24,5	100,8
52- Río Pirris Cerro de La Muerte Dota	4	60
53- Río Agrá Moravia Puente Carretera	430	67
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	139,8	121,9
54b- Río Jaboncillal Los Coyotes	183,41	149
54d- Río Jaboncillal Toma AyA	119,8	108
55- Quebrada El Caño PZ	119,8	82
56- Río Quebradas PZ Toma AyA	240	79
57- Quebrada La Veranera PZ	632,37	39,5
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	99,6	47
59b- Río Peñas Blancas PZ Finca Nery Granados	150	40
59c- Río Peñas Blancas Universidad de York	33	73
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	43	166
60b- Río Virilla EBI La Carpío	3080,4	259
61- Quebrada Catalina Escazú	102	111

62- Río Tulín Turrubares San Antonio	600	230
63- Quebrada El Sur Turrubares Macaw Lodge	212	139
64a- Río Torres Barrio México Cipreses	41177,7	325,3
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	112001,8	304,7
64c- Río Torres Hogar Calazanz San Rafael Montes de Oca	240000	140
65a- Río Tiribí Rancho Redondo	136	144,5
65b- Río Tiribí Desamparados	12000	220
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	160000	254,5
66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	2967,3	273,5
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	2457,5	291
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	24196	361
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	2419,6	409
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	1275,5	314
69- Quebrada Zacatales Campamento Cumbre Dota	3,1	134,5
70- Quebrada Junquillo o Junquillal Puriscal	166,4	159
71- Quebrada Pilas Parque Valle del Sol Santa Ana	2419,6	484
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	56,6	151,7
73- Río Agres Finca Embrujo Verde Escazú	230	105,5
74- Quebrada Pinares Curridabat	2419,6	239
75- Quebrada Barrial en Moravia	4678,4	354
76- Río Cañas en Aserrí	235,1	189
77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	920,2	122,7
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	27748,9	189,5
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	838,7	211
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserrí	463	97,3
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	252,4	124,5
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	137,7	67,5
83- Río Tarrazú en Desamparados	401,2	93
84- Quebrada Canet en Tarrazú	9,6	39
85- Quebrada Lajas en Santa Ana	1600	529
86a- Río Ocloro frente Clínica Carlos Durán	2592,3	281
86b- Río Ocloro 200 m al sur de Casa España Sabana Norte	1600000	340
87- Quebrada Tarbaca 15 m antes de Planta	49	195
88- Quebrada Grande en Puriscal	558,6	70,5
89- Río Guatuso en Aserrí EBI	160000	575
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	288,2	177,8
90b- Río Pacuare San Martín Siquirres	321	165
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge	4,1	149
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales	12	114
91- Quebrada Guayacán Siquirres ICE	103	88
92- Río San Box Talamanca	311	179

93- Río Destierro Milano Siquirres	240	135
94- Río Blanco Liverpool Limón Pte arriba	7500	259
95b- Río Bananito Toma AyA	345	292
96a- Río Banano Finca Alberto Hidalgo Matama	9,1	170
97- Río Aguas Zarcas Matama 1 Km Arriba Pueblo	23	260
98- Río La Estrella 500 m arriba pte carretera	930	202
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	73,6	259,5
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	186,5	251
101- Río Siquirres Toma AyA	121,79	89
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	2414,4	72,7
102b- Río Guápiles Boulevard	24000	68
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	160,7	338
104- Quebrada Carbón en Talamanca	743,6	249,5
105a- Río Pacuare San Joaquín Turrialba (Cartago)	436	143,25
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba	319,8	116
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	325,1	184,8
106c- Río Tiribí Laboratorio AyA Tres Ríos	3780	181
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	2419,6	166
107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	1066	141
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	7790	143
108- Quebrada El Bosque La Carpintera Tres Ríos	825	209
109b- Río María Aguilar Puente Chuma Calle Naranjo Concepción	39	163
110a- Río Aquiares Turrialba Finca Blanco y Negro	258	213,5
110b- Río Aquiares Salón Comunal Aquiares Turrialba	228,2	291
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	170	250
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar	4900	284
111a- Quebrada La Ocho Colegio CTPP costado Pte Jiménez	23921,27	142
111b- Quebrada La Ocho 1 Km arriba Jiménez	1500	96
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	2275	139,2
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	212,1	104,7
113- Río Humito Pejibaye Puente Carretera	1263	161
114- Río Humo Puente Pejibaye	102	93
115a- Río Colorado Arriba Turrialba	2400000	248
115b- Río Colorado Centro Turrialba	93000	127
116- Quebrada Las Cabras El Guarco Toma AyA	43	87
117- Quebrada Guayabal Guarco	9	67
118a- Río Puriés Tablón Arriba Guarco	682,64	112
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	2215,2	319
119b- Quebrada Arriaz CEANA	2149,4	289,5
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jimenez	1078,5	126
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	8334	259,7

123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	9641,4	286,3
124- Quebrada Colegio Alejandro Quesada Concepción La Unión	240000	217
127- Quebrada Chaguíte, Tres Ríos, Cartago	6300	309,7
128- Quebrada Navarro en Guarco	87	110,3
129- Río Púcares en Paraiso al sur del Estadio	17000	239
130- Quebrada Jucó en Cartago	140	125
131- Quebrada Grande La Cusinga Uvita (Puntarenas)	336	180
132a- Río Higuierón o Morete Uvita Rancho La Merced	243	153
132b- Río Higuierón en Osa Finca Perla	46	136
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	170	151,2
134- Río Portalón Portasol en Quepos	108,9	168,4
135- Quebrada Camaronera Quepos Aguirre	1347	289
136- Río Parrita Sardinal Puntarenas	2400	190
138- Río Cañas en Brunca Buenos Aires	430	36
139- Río Balzar Ciudad Cortés	93	253
140- Río Tigra Ciudad Cortés	430	278
141a- Río Pánica Tambor Arriba Cóbano	2501,61	247
141b- Río Pánica Centro Tambor	3728,6	259
142- Río Olivier o Liebre Isla del Coco	76,3	23
143- Río Genio Isla del Coco	346,36	21
145- Río Naranja Quepos Puente Carretera	47,1	126
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	3923,4	485,2
147- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	254	266,7
148- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	571	331,2
149- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	85,3	55,7
150- Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	205,7	340,5
151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	2419,6	166
152- Río Piro en Golfito	33	216
153- Quebrada Palma en Golfito	3300	234
154- Río Zelaya en Concepción de Vainilla Puntarenas	240	419
155- Río Lajas en Cabo Blanco Puntarenas	1600	236
156- Río Volcán en Buenos Aires	280	40
157- Río Copal en Coto Brus	196,7	41,5
158- Quebrada Santa Lucía en Osa	33	148
159- Quebrada Gamba en Golfito	1100	146
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	170	41
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	1700	86
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	490	292
163- Quebrada Carmen en Sta Teresa	160000	461
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	2232	431
164b- Río Zapote en Huacas Super Compro Santa Cruz	24000	344

165a- Río Andamojo Santa Cruz	998,7	373,8
166- Río San Andrés Tamarindo	5974,9	431,5
167- Río Riyito Tamarindo	2970	513,17
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	2400	259
168b- Río Tempisque Puente Guardia Liberia	92,74	280
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	1534,3	284
169a- Río Liberia Toma AyA	477,56	57
169b- Río Liberia Puente Real	1296,1	51
170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA	1717,1	365,7
171- Río Corobicí Cañas	479	112
172a- Río Tenorio Pozo Azul Cañas	420	138
172b- Río Tenorio Puente Interamericana Cañas	585	139
173- Río Sardinal Carrillo	2400	381
174- Río Bolsón Filadelfia Guanacaste	130	597
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	1331,7	181,3
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	33226,49	224
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	2964,4	242,5
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	2419,6	176
177b- Río San José abajo antigua mina	2419,6	192
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	2419,6	186
179- Quebrada Caimital Nicoya	2876,7	374,5
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	162480,8	341
182-Quebrada Victoria en Curubandé Liberia Toma	2	252
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	13	277
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	31,5	304,5
184- Río Potrero Catarata Llanos de Cortés en Bagaces	193,4	132
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	155,6	86
186- Río Nosara en Nicoya	84,6	301,5
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	17000	283
188- Río Salitral en Liberia	790	149
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	1300	198
190- Río Cabuyo en Bagaces	790	183
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	130	181
192- Río Puerto Viejo Sarapiquí (Heredia)	654	63
193a- Río Segundo El Tirol Heredia	75	68
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia	8182	427,1
194-Río La Tirimbina La Virgen	139,2	62,4
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	160,8	99,6
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	67,6	106,2
195e- Río Sarapiquí Selva Verde	102	124
195f- Río Sarapiquí sector La Tirimbina La Virgen	390	64

195g- Río Sarapiquí Bajo La Chancha	240	132
196- Quebrada Flores Heredia	240000	269
197- Río Turú Heredia	2811	212
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	566,1	181,2
199- Quebrada Maná-Guarumo en Sarapiquí	46	70
200- Río Guararí en Santa Bárbara	3300	83
201- Río San José en Sarapiquí	700	53

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

En el cuadro 10 se muestra la correlación entre el índice biológico BMWP-CR y la temperatura del agua en °C, se obtuvo un valor r de **-0,05**, indicando una correlación inversamente proporcional entre ambas variables, aunque despreciable. En sitios como las aguas termales, las altas temperaturas limitan la presencia de especies de macroinvertebrados bentónicos u otros organismos como peces, por ejemplo, en Dr. Paradise en La Palmera de San Carlos, Alajuela, la temperatura fue de 38,5 °C, o también en sitios con temperaturas muy bajas como en el Río Savegre en la parte alta, o la quebrada Zacatales en San Gerardo de Dota (11°C), las bajas temperaturas también limitan el desarrollo de especies bentónicas, por lo que se puede decir que la temperatura del agua es un factor limitante en cuanto a la riqueza biológica presente en un cuerpo de agua. La temperatura es muy importante ya que influye en los procesos que se realizan en un ecosistema acuático, como por ejemplo en ríos de la zona de Guanacaste, durante la época seca, la disminución de los caudales y las altas temperaturas provocan una disminución drástica en la concentración de oxígeno disuelto en el agua y por ende la muerte masiva por ejemplo de peces, fenómeno observado personalmente en una de las descargas de aguas residuales en Nicoya, en años pasados. La presencia de oxígeno disuelto en el agua cruda depende de la temperatura, la presión y la mineralización del agua. El rango de temperatura en este estudio estuvo entre 40 °C en el Río Sardinal en Carrillo, Guanacaste y 11°C en La Quebrada Zacatales, en el transecto Campamento Cumbre en San Gerardo de Dota, San José.

Cuadro 10: Correlación índice biológico BMWP-CR vs temperatura °C en cuerpos de agua dulce superficiales (226 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	BMWP-CR	Temperatura °C	Coficiente
	Promedio Arit.	Promedio	Correlación r
1a- Río Habana La Fortuna Arriba Puente (Alajuela)	49	26,7	-0,05
1b- Río Habana Abajo Puente	43	27,8	
1c- Río Habana Antes presa CTPF	45	23,8	
2b- Río Fortuna Catarata	103	26,9	
2c- Río Fortuna Puente Carretera	76	26,7	
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	37	26	
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	56	24,8	
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	74	17,6	
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	19	21,1	

7- Quebrada Matías Atenas	26	23,9
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	40	18,6
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	34	19,2
9- Río Frío Los Chiles Muelle	17	29,3
10a- Río Cañuela Concepción San Ramón Pte	61	22,4
10b- Río Cañuela 200m arriba pte	52	20,2
11- Río La Prensa Concepción	60	20,9
12- Río Jesús Balboa San Ramón	70	20,4
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	69	25,3
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	28	23,3
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	54	21,8
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	41	19
16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	29	24,1
17- Río Siquiaries El Coyo de Alajuela	10	24,4
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	27	18,9
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	38	22,8
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	36	24,2
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	18	37,5
21- Quebrada Naciente La Colina San Ramón Constructora	34	22,4
22- Quebrada Pajuilita en San Carlos	40	26,6
23a- Río Alajuela Puente Negro	11	19,7
23b- Río Alajuela Puente Pavas	11	22
24- Río Chaguite en Grecia	36	21,4
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	16	26
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos	17	26
26- Quebrada La Danta en San Carlos	64	24
27- Río Chorreras en Alajuela	49	18,1
28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	38	25,9
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos	17	23,1
30- Río San Pedro en San Carlos	17	22,9
31- Quebrada El Colorado en Poás	43	17,6
35- Río Prenditas en Poás	36	18,9
36- Quebrada Baldí o Guillermina en San Carlos Hotel Baldí Hot Springs	2	31,5
37- Río Medio Queso en Los Chiles	11	30,7
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos	29	22,7
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	41	22,7
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	50	22,6
41- Quebrada El Salto en San Carlos	18	25,7
42- Río Thiales en Guatuso	39	26,2
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	59	20,1
45- Río Negro Aserri	77	25

46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	66	19,9
46b- Río Tabarcia Puente Corralar Puriscal	48	24,5
48- Quebrada El Sitio Tarrazú	40	22,7
49- Quebrada La Cruz Tarrazú	24	25,1
50- Quebrada Serrano Paraíso Quetzal Dota	63	14,5
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	49	12,7
51c- Río Savegre Abajo descarga Truchas	27	16
51e- Río Savegre Campamento Cumbre	52	11,8
52- Río Pirris Cerro de La Muerte Dota	70	11,6
53- Río Agrá Moravia Puente Carretera	86	18,2
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	68	17,7
54b- Río Jaboncillal Los Coyotes	64	16,9
54d- Río Jaboncillal Toma AyA	39	16,8
55- Quebrada El Caño PZ	39	25,6
56- Río Quebradas PZ Toma AyA	86	26
57- Quebrada La Veranera PZ	18	24,2
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	59	18,5
59c- Río Peñas Blancas Universidad de York	116	20
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	41	15,4
60b- Río Virilla EBI La Carpio	24	22,8
61- Quebrada Catalina Escazú	46	18,7
62- Río Tulín Turrubares San Antonio	63	30,2
63- Quebrada El Sur Turrubares Macaw Lodge	56	25,2
64a- Río Torres Barrio México Cipreses	18	21,5
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	24	20,6
64c- Río Torres Hogar Calazanz San Rafael Montes de Oca	29	19,5
65a- Río Tiribí Rancho Redondo	24	17,1
65b- Río Tiribí Desamparados	5	19,2
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	16	21,3
66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	17	20,7
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	8	23
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	7	20,5
66- Río Las Bonitas en PZ toma agua ASADA	64	23,5
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	29	27,2
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	30	22,4
69- Quebrada Zacatales Campamento Cumbre Dota	62	11
70- Quebrada Junquillo o Junquillal Puriscal	37	20
71- Quebrada Pilas Parque Valle del Sol Santa Ana	21	25
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	46	19,6
73- Río Agres Finca Embrujo Verde Escazú	46	20,3
75- Quebrada Barrial en Moravia	12	20

76- Río Cañas en Aserrí	36	18,7
77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	46	24
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	13	21,2
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	18	20,7
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserrí	49	18,8
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	89	22,6
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	72	22,3
83- Río Tarrazú en Desamparados	50	19
84- Quebrada Canet en Tarrazú	32	17,6
85- Quebrada Lajas en Santa Ana	36	21
88- Quebrada Grande en Puriscal	65	21,5
89- Río Guatuso en Aserrí EBI	9	22,3
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	49	24,2
90b- Río Pacuare San Martín Siquirres	63	23,4
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge	61	24
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales	47	23
91- Quebrada Guayacán Siquirres ICE	72	25,1
92- Río San Box Talamanca	34	25,3
93- Río Destierro Milano Siquirres	19	24,7
94- Río Blanco Liverpool Limón Pte arriba	18	27,1
95b- Río Bananito Toma AyA	28	26,8
96a- Río Banano Finca Alberto Hidalgo Matama	19	26,4
97- Río Aguas Zarcas Matama 1 Km Arriba Pueblo	16	27,9
98- Río La Estrella 500 m arriba pte carretera	28	28,6
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	42	22,9
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	46	24,9
101- Río Siquirres Toma AyA	59	26,1
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	46	24
102b- Río Guápiles Boulevard	52	24
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	33	22,9
104- Quebrada Carbón en Talamanca	29	24,5
105a- Río Pacuare San Joaquín Turrialba (Cartago)	45	24,9
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba	52	27
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	45	17,8
106c- Río Tiribí Laboratorio AyA Tres Ríos	31	18,5
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	23	17
107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	45	20,5
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	27	20,6
108- Quebrada El Bosque La Carpintera Tres Ríos	48	20,4
109b- Río María Aguilar Puente Chuma Calle Naranjo Concepción	39	19
110a- Río Aquiares Turrialba Finca Blanco y Negro	65	23,5

110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	71	25,3
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar y Rest Maraly	37	26,5
111a- Quebrada La Ocho Colegio CTPP costado Pte Jiménez	66	24,7
111b- Quebrada La Ocho 1 Km arriba Jiménez	82	22
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	45	24,4
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	64	21
113- Río Humito Pejibaye Puente Carretera	73	22,3
114- Río Humo Puente Pejibaye	52	21,4
115a- Río Colorado Arriba Turrialba	27	22,9
115b- Río Colorado Centro Turrialba	45	23,1
116- Quebrada Las Cabras El Guarco Toma AyA	21	16,2
117- Quebrada Guayabal Guarco	71	16,5
118a- Río Púres Tablón Arriba Guarco	66	20,1
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	14	15,2
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jimenez	55	21,4
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	17	22,2
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	16	20,8
124- Quebrada Colegio Alejandro Quesada Concepción La Unión	48	19
125- Quebrada Guayabo Monumento Nacional Guayabo Turrialba	65	19,2
127- Quebrada Chaguite, Tres Ríos, Cartago	7	21,5
128- Quebrada Navarro en Guarco	61	14,9
129- Río Púcares en Paraíso al sur del Estadio	11	20,2
130- Quebrada Jucó en Cartago	54	19,1
131- Quebrada Grande La Cusinga Uvita (Puntarenas)	64	27,4
132a- Río Higuierón o Morete Uvita Rancho La Merced	57	27,5
132b- Río Higuierón en Osa Finca Perla	39	7,1
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	59	25,6
134- Río Portalón Portasol en Quepos	46	25,3
135- Quebrada Camaronera Quepos Aguirre	52	27,9
136- Río Parrita Sardinal Puntarenas	34	28,6
138- Río Cañas en Brunca Buenos Aires	109	21,1
139- Río Balzar Ciudad Cortés	58	28,2
140- Río Tigra Ciudad Cortés	69	28,6
141a- Río Pánica Tambor Arriba Cóbano	44	27,7
141b- Río Pánica Centro Tambor	22	27,8
145- Río Naranjo Quepos Puente Carretera	9	24
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	10	27,4
147- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	56	27,4
148- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	49	24,7
149- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	71	17,1
150- Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	18	27

151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	19	25
152- Río Piro en Golfito	91	28
159- Quebrada Gamba en Golfito	63	25,3
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	50	25
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	36	21,9
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	48	24,5
163- Quebrada Carmen en Sta Teresa	5	24,4
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	26	28,7
165a- Río Andamojo Santa Cruz	54	26,6
166- Río San Andrés Tamarindo	45	28,9
167- Río Riyito Tamarindo	32	27
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	20	26
168b- Río Tempisque Puente Guardia Liberia	52	31,6
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	13	28
169a- Río Liberia Toma AyA	39	29
170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA	42	26,5
171- Río Corobicí Cañas	49	26,7
172a- Río Tenorio Pozo Azul Cañas	103	23,9
172b- Río Tenorio Puente Interamericana Cañas	69	28,5
173- Río Sardinal Carrillo	54	40
174- Río Bolsón Filadelfia Guanacaste	16	32
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	73	24
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	18	25,2
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	42	25,4
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	64	24,7
177b- Río San José abajo antigua mina	64	24,6
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	40	25,4
179- Quebrada Caimital Nicoya	33	25,5
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	14	27,3
181-Quebrada El Yugo Las Pailas PNRV ICE	103	25,2
182-Quebrada Victoria en Curubandé Liberia Toma	61	25
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	60	24
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	44	27
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	65	23,7
186- Río Nosara en Nicoya	40	32,6
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	25	30,3
188- Río Salitral en Liberia	65	22,4
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	64	26,1
190- Río Cabuyo en Bagaces	52	29
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	65	28,5
192- Río Puerto Viejo Sarapiquí (Heredia)	26	26,4

193a- Río Segundo El Tirol Heredia	40	16,8
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia	18	22,5
194- Río La Tirimbina La Virgen	67	26,3
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	49	24,8
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	51	25,2
195e- Río Sarapiquí Selva Verde	63	26
195f- Río Sarapiquí sector La Tirimbina La Virgen	38	28
196- Quebrada Flores Heredia	2	23,4
197- Río Turú Heredia	37	20
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	51	25,3
200- Río Guararí en Santa Bárbara	56	16,1
201- Río San José en Sarapiquí	77	38,3

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

En el cuadro 11 se muestra la correlación entre la concentración de coliformes fecales vs la temperatura del agua, el valor de r de **-0,01**, indica una correlación inversamente proporcional entre las dos variables, de forma despreciable, indicando que a mayor temperatura, mayor concentración de coliformes fecales, ya que las altas temperaturas favorecen el crecimiento de las bacterias, de ahí la importancia de mantener las muestras microbiológicas cuando se trasladan de un lugar a otro a bajas temperaturas, lo que evita la proliferación de las mismas.

Cuadro 11. Correlación concentración de coliformes fecales vs temperatura °C en cuerpos de agua dulce superficiales (226 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	Colif. Fecales Promedio Geo.	Temperatura °C Promedio	Coefficiente Correlación r
1a- Río Habana La Fortuna Arriba (Alajuela)	4323	26,7	-0,01
1b- Río Habana Abajo Puente	4140	27,8	
1c- Río Habana Antes presa CTPF	1733	23,8	
2b- Río Fortuna Catarata	632	26,9	
2c- Río Fortuna Puente Carretera	480	26,7	
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	1940,3	26	
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	157,3	24,8	
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	130	17,6	
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	46000	21,1	
7- Quebrada Matías Atenas	4600	23,9	
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	1949	18,6	
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	660,9	19,2	
9- Río Frío Los Chiles Muelle	5138,1	29,3	
10a- Río Cañuela Concepción San Ramón Pte	319,1	22,4	
10b- Río Cañuela 200m arriba pte	235,9	20,2	

11- Río La Prensa Concepción	313,5	20,9
12- Río Jesús Balboa San Ramón	240	20,4
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	307,6	25,3
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	5259	23,3
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	1556,3	21,8
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	77,1	19
16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	2419,6	24,1
17- Río Siquiars El Coyol de Alajuela	25581,3	24,4
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	5040,3	18,9
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	1	22,8
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	8,2	24,2
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	12,9	37,5
21- Quebrada Naciente La Colina San Ramón Constructora	9,3	22,4
22- Quebrada Pajulita en San Carlos	1224,1	26,6
23a- Río Alajuela Puente Negro	38961,5	19,7
23b- Río Alajuela Puente Pavas	675	22
24- Río Chaguite en Grecia	582	21,4
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	105,2	26
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos	102,2	26
26- Quebrada La Danta en San Carlos	46,4	24
27- Río Chorreras en Alajuela	295,2	18,1
28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	12,2	25,9
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos	1600	23,1
30- Río San Pedro en San Carlos	798,1	22,9
31- Quebrada El Colorado en Poás	13	17,6
35- Río Prenditas en Poás	154,9	18,9
36- Quebrada Baldí o Guillermina en San Carlos Hotel Baldí Hot Springs	1486,6	31,5
37- Río Medio Queso en Los Chiles	350	30,7
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos	11	22,7
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	376,7	22,7
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	1100	22,6
41- Quebrada El Salto en San Carlos	49000	25,7
42- Río Thiales en Guatuso	202	26,2
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	121	20,1
45- Río Negro Aserri	240	25
46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	121.12	19,9
46b- Río Tabarcia Puente Corralar Puriscal	3212	24,5
48- Quebrada El Sitio Tarrazú	212	22,7
49- Quebrada La Cruz Tarrazú	150	25,1
50- Quebrada Serrano Paraíso Quetzal Dota	54,32	14,5
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	34,5	12,7

51c- Río Savegre Abajo descarga Truchas	43	16
51e- Río Savegre Campamento Cumbre	24,5	11,8
52- Río Pirris Cerro de La Muerte Dota	4	11,6
53- Río Agrá Moravia Puente Carretera	430	18,2
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	139,8	17,7
54b- Río Jaboncillal Los Coyotes	183,41	16,9
54d- Río Jaboncillal Toma AyA	119,8	16,8
55- Quebrada El Caño PZ	119,8	25,6
56- Río Quebradas PZ Toma AyA	240	26
57- Quebrada La Veranera PZ	632,37	24,2
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	99,6	18,5
59c- Río Peñas Blancas Universidad de York	33	20
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	43	15,4
60b- Río Virilla EBI La Carpio	3080,4	22,8
61- Quebrada Catalina Escazú	102	18,7
62- Río Tulín Turrubares San Antonio	600	30,2
63- Quebrada El Sur Turrubares Macaw Lodge	212	25,2
64a- Río Torres Barrio México Cipreses	41177,7	21,5
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	112001,8	20,6
64c- Río Torres Hogar Calazanz San Rafael Montes de Oca	240000	19,5
65a- Río Tiribí Rancho Redondo	136	17,1
65b- Río Tiribí Desamparados	12000	19,2
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	160000	21,3
66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	2967,3	20,7
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	2457,5	23
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	24196	20,5
66- Río Las Bonitas en PZ toma agua ASADA	93	23,5
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	2419,6	27,2
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	1275,5	22,4
69- Quebrada Zacatales Campamento Cumbre Dota	3,1	11
70- Quebrada Junquillo o Junquillal Puriscal	166,4	20
71- Quebrada Pilas Parque Valle del Sol Santa Ana	2419,6	25
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	56,6	19,6
73- Río Agres Finca Embrujo Verde Escazú	230	20,3
75- Quebrada Barrial en Moravia	4678,4	20
76- Río Cañas en Aserrí	235,1	18,7
77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	920,2	24
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	27748,9	21,2
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	838,7	20,7
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserrí	463	1
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	252,4	22,6

82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	137,7	22,3
83- Río Tarrazú en Desamparados	401,2	19
84- Quebrada Canet en Tarrazú	9,6	17,6
85- Quebrada Lajas en Santa Ana	1600	21
88- Quebrada Grande en Puriscal	558,6	21,5
89- Río Guatuso en Aserrí EBI	160000	22,3
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	288,2	24,2
90b- Río Pacuare San Martín Siquirres	321	23,4
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge	4,1	24
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales	12	23
91- Quebrada Guayacán Siquirres ICE	103	25,1
92- Río San Box Talamanca	311	25,3
93- Río Destierro Milano Siquirres	240	24,7
94- Río Blanco Liverpool Limón Pte arriba	7500	27,1
95b- Río Bananito Toma AyA	345	26,8
96a- Río Banano Finca Alberto Hidalgo Matama	9,1	26,4
97- Río Aguas Zarcas Matama 1 Km Arriba Pueblo	23	27,9
98- Río La Estrella 500 m arriba pte carretera	930	28,6
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	73,6	22,9
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	186,5	24,9
101- Río Siquirres Toma AyA	121,79	26,1
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	2414,4	24
102b- Río Guápiles Boulevard	24000	24
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	160,7	22,9
104- Quebrada Carbón en Talamanca	743,6	24,5
105a- Río Pacuare San Joaquín Turrialba (Cartago)	436	24,9
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba	319,8	27
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	325,1	17,8
106c- Río Tiribí Laboratorio AyA Tres Ríos	3780	18,5
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	2419,6	17
107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	1066	20,5
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	7790	20,6
108- Quebrada El Bosque La Carpintera Tres Ríos	825	20,4
109b- Río María Aguilar Puente Chuma Calle Naranjo Concepción	39	19
110a- Río Aquiares Turrialba Finca Blanco y Negro	258	23,5
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	170	25,3
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar	4900	26,5
111a- Quebrada La Ocho Colegio CTPP costado Pte Jiménez	23921,27	24,7
111b- Quebrada La Ocho 1 Km arriba Jiménez	1500	22
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	2275	24,4
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	212,1	21

113- Río Humito Pejibaye Puente Carretera	1263	22,3
114- Río Humo Puente Pejibaye	102	21,4
115a- Río Colorado Arriba Turrialba	2400000	22,9
115b- Río Colorado Centro Turrialba	93000	23,1
116- Quebrada Las Cabras El Guarco Toma AyA	43	16,2
117- Quebrada Guayabal Guarco	9	16,5
118a- Río Purires Tablón Arriba Guarco	682,64	20,1
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	2215,2	15,2
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jiménez	1078,5	21,4
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	8334	22,2
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	9641,4	20,8
124- Quebrada Colegio Alejandro Quesada Concepción La Unión	240000	19
125- Quebrada Guayabo Monumento Nacional Guayabo Turrialba	88,2	19,2
127- Quebrada Chaguite, Tres Ríos, Cartago	6300	21,5
128- Quebrada Navarro en Guarco	87	14,9
129- Río Púcares en Paraíso al sur del Estadio	17000	20,2
130- Quebrada Jucó en Cartago	140	19,1
131- Quebrada Grande La Cusinga Uvita (Puntarenas)	336	27,4
132a- Río Higuierón o Morete Uvita Rancho La Merced	243	27,5
132b- Río Higuierón en Osa Finca Perla	46	7,1
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	170	25,6
134- Río Portalón Portasol en Quepos	108,9	25,3
135- Quebrada Camaronera Quepos Aguirre	1347	27,9
136- Río Parrita Sardinal Puntarenas	2400	28,6
138- Río Cañas en Brunca Buenos Aires	430	21,1
139- Río Balzar Ciudad Cortés	93	28,2
140- Río Tigra Ciudad Cortés	430	28,6
141a- Río Pánico Tambor Arriba Cóbano	2501,61	27,7
141b- Río Pánico Centro Tambor	3728,6	27,8
145- Río Naranjo Quepos Puente Carretera	47,1	24
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	3923,4	27,4
147- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	254	27,4
148- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	571	24,7
149- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	85,3	17,1
150- Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	205,7	27
151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	2419,6	25
152- Río Piro en Golfito	33	28
159- Quebrada Gamba en Golfito	1100	25,3
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	170	25
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	1700	21,9
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	490	24,5

163- Quebrada Carmen en Sta Teresa	160000	24,4
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	2232	28,7
165a- Río Andamojo Santa Cruz	998,7	26,6
166- Río San Andrés Tamarindo	5974,9	28,9
167- Río Riyito Tamarindo	2970	27
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	2400	26
168b- Río Tempisque Puente Guardia Liberia	92,74	31,6
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	1534,3	28
169a- Río Liberia Toma AyA	477,56	29
170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA	1717,1	26,5
171- Río Corobicí Cañas	479	26,7
172a- Río Tenorio Pozo Azul Cañas	420	23,9
172b- Río Tenorio Puente Interamericana Cañas	585	28,5
173- Río Sardinal Carrillo	2400	40
174- Río Bolsón Filadelfia Guanacaste	130	32
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	1331,7	24
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	33226,49	25,2
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	2964,4	25,4
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	2419,6	24,7
177b- Río San José abajo antigua mina	2419,6	24,6
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	2419,6	25,4
179- Quebrada Caimital Nicoya	2876,7	25,5
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	162480,8	27,3
181-Quebrada El Yugo Las Pailas PNRV ICE	1	25,2
182-Quebrada Victoria en Curubandé Liberia Toma	2	25
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	13	24
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	31,5	27
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	155,6	23,7
186- Río Nosara en Nicoya	84,6	32,6
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	17000	30,3
188- Río Salitral en Liberia	790	22,4
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	1300	26,1
190- Río Cabuyo en Bagaces	790	29
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	130	28,5
192- Río Puerto Viejo Sarapiquí (Heredia)	654	26,4
193a- Río Segundo El Tirol Heredia	75	16,8
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia	8182	22,5
194-Río La Tirimbina La Virgen	139,2	26,3
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	160,8	24,8
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	67,6	25,2
195e- Río Sarapiquí Selva Verde	102	26

195f- Río Sarapiquí sector La Tirimbina La Virgen	390	28
196- Quebrada Flores Heredia	240000	23,4
197- Río Turú Heredia	2811	20
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	566,1	25,3
200- Río Guararí en Santa Bárbara	3300	16,1
201- Río San José en Sarapiquí	700	38,3

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

En el cuadro 12 se presenta la correlación entre el Índice biológico BMWP-CR vs el color aparente del agua (es el color resultado de la presencia en los cuerpos de agua de sustancias suspendidas y disueltas), se obtuvo un r de **-0,21** que indica una correlación inversamente proporcional entre el color aparente del agua y el índice biológico, esto quiere decir que a mayor color, menor diversidad biológica. El rango de color aparente estuvo entre 1, en el Río Colorado en Poás de Alajuela y 768 en el Río Tiribí en Pavas, San José. Según Roldán (2003), citado por cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos//pom/_amoya//diagnostico/1211.pdf, debido a que los materiales que provocan la turbiedad son los responsables del color, la concentración de las sustancias determinan la transparencia del agua puesto que limita el paso de luz a través de ella. Por lo general, aunque no siempre, aguas con altas turbiedades también tienen colores altos, aunque se da el caso por ejemplo de aguas como las del embalse el Llano en Orosí, Paraíso de Cartago, que poseen a veces baja turbiedad pero un color alto, producto principalmente de las sustancias húmicas provenientes de la descomposición de la materia orgánica.

Cuadro 12. Correlación índice biológico BMWP-CR vs color aparente del agua en cuerpos de agua dulce superficiales (180 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	BMWP-CR	Color Aparente	Coefficiente de
	Promedio	Promedio	correlación r
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	37	4,3	-0,21
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	56	50,7	
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	74	7,3	
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	19	5,1	
7- Quebrada Matías Atenas	26	10	
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	40	38,7	
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	34	28,7	
9- Río Frío Los Chiles Muelle	17	221	
10a- Río Cañuela Concepción San Ramón Pte	61	45,6	
11- Río La Prensa Concepción	60	85,6	
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	69	4	
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	28	105	
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	54	18	
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	41	15	

16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	29	40
17- Río Siquiars El Coyol de Alajuela	10	32,3
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	27	65,5
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	38	13
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	36	21,7
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	18	15
22- Quebrada Pajulita en San Carlos	40	91
23a- Río Alajuela Puente Negro	11	78
23b- Río Alajuela Puente Pavas	11	114
24- Río Chaguite en Grecia	36	87,3
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	16	49
25b- Quebrada Rodríguez 2 en San Carlos	17	19
26- Quebrada La Danta en San Carlos	64	7
27- Río Chorreras en Alajuela	49	12
28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	38	27,3
29- Quebrada Pitalito o Nuevo Pital en San Carlos	17	53,5
30- Río San Pedro en San Carlos	17	35,5
31- Quebrada El Colorado en Poás	43	1
32- Quebrada Nacientes Mariana Castillo en San Ramón	44	37
33- Río San Pedro en San Ramón	74	14,5
34- Río Achiotte en Grecia	50	14,5
35- Río Prenditas en Poás	36	8,5
36- Quebrada Baldí o Guillermina en San Carlos Hotel Baldí Hot Springs	2	13,5
37- Río Medio Queso en Los Chiles	11	59
38- Quebrada del Chancho en Arenal Lodge San Carlos	29	1
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	41	6,5
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	50	23
41- Quebrada El Salto en San Carlos	18	62
42- Río Thiales en Guatuso	39	22,5
43- Quebrada Nac Bijagua en Upala	64	6
42- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	59	7,3
44a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	66	3,7
49a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	49	7,33
49e- Río Savegre Campamento Cumbre	52	6,17
52a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	68	52,2
52b- Río Jaboncillal Los Coyotes	64	38
53- Quebrada El Caño PZ	39	11
55- Quebrada La Veranera PZ	18	27
57a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	59	18,5
57c- Río Peñas Blancas Universidad de York	116	4
58a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	41	49

58b- Río Virilla EBI La Carpio	24	31,2
62a- Río Torres Barrio México Cipreses	18	62,2
63b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	24	52,4
64b- Río Tiribí Desamparados	5	16,7
64c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	16	1096,5
65a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	17	18
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	8	45
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	7	182
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	29	13
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	30	12,2
71- Quebrada Pilas Parque Valle del Sol Santa Ana	21	12
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	46	14,7
73- Río Agres Finca Embrujo Verde Escazú	46	28,7
74- Quebrada Pinares Curridabat	8	14
75- Quebrada Barrial en Moravia	12	30,3
76- Río Cañas en Aserri	36	57
77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	46	44,7
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	13	22
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	18	78,7
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserri	49	85
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	89	12,5
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	72	15
83- Río Tarrazú en Desamparados	50	11
84- Quebrada Canet en Tarrazú	32	1
85- Quebrada Lajas en Santa Ana	36	42
86a- Río Ocloro frente Clínica Carlos Durán	8	27
86b- Río Ocloro 200 m al sur de Casa España Sabana Norte	2	113
87- Quebrada Tarbaca 15 m antes de Planta	61	11
88- Quebrada Grande en Puriscal	65	90
89- Río Guatuso en Aserri EBI	9	24
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	49	4
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge	61	5
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales	47	188
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	42	10
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	46	8
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	46	11,3
102b- Río Guápiles Boulevard	52	16
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	33	34
104- Quebrada Carbón en Talamanca	29	30,5
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba (Cartago)	52	39
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	45	47,5

106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	23	155
107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	45	5,8
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	27	9,1
110b- Río Aquiares Salón Comunal Aquiares Turrialba	63	4
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	71	16
110d- Río Aquiares Bajo pte Bar-Restau Parte Baja	37	125
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	45	19,2
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	64	16
118a- Río Purires Tablón Arriba Guarco	66	5
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	14	24,3
119b- Quebrada Arriaz CEANA	21	43,5
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jimenez	55	10,5
122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	17	94,8
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	16	33
125- Quebrada Guayabo Monumento Nacional Guayabo Turrialba	65	4
127- Quebrada Chaguite, Tres Ríos, Cartago	7	43,7
128- Quebrada Navarro en Guarco	61	112
129- Río Púcares en Paraiso al sur del Estadio	11	126
130- Quebrada Jucó en Cartago	54	9
131b- Río Higuerón en Osa Finca Perla (Puntarenas)	39	36
132- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	59	5,5
133- Río Portalón Portasol en Quepos	46	9,4
135- Río Parrita Sardinal Puntarenas	34	18
140a- Río Pánico Tambor Arriba Cóbano	44	38
140b- Río Pánico Centro Tambor	22	77
141- Río Olivier o Liebre Isla del Coco	16	15
142- Río Genio Isla del Coco	16	6
144- Río Naranja Quepos Puente Carretera	9	98
145- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	10	69
146- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	56	97
147- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	49	12,5
148- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	71	32,5
149- Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	18	25,5
150- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	19	768
151- Río Piro en Golfito	91	5
152- Quebrada Palma en Golfito	18	55
153- Río Zelaya en Concepción de Vainilla Puntarenas	49	6
154- Río Lajas en Cabo Blanco Puntarenas	36	416
155- Río Volcán en Buenos Aires	61	17
156- Río Copal en Coto Brus	52	43,5
157- Quebrada Santa Lucía en Osa	77	31

158- Quebrada Gamba en Golfito	63	30
159- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	50	14
160- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	36	17
161- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	48	27
162- Quebrada Carmen en Sta Teresa	5	250
163a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	26	2,1
163b- Río Zapote en Huacas Super Compro Santa Cruz	49	7
164a- Río Andamojo en Río Seco Santa Cruz	54	45,5
166- Río San Andrés Tamarindo	45	29
167- Río Riyito Tamarindo	32	25,7
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	20	103,9
168b- Río Tempisque Pte Guardia	52	10,5
168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	13	10,5
169b- Río Liberia Puente Real	36	64
170- Río Potrero en Nicoya arriba Toma AyA	42	7
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	73	44
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	18	36
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	42	200,2
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	64	76
177b- Río San José abajo antigua mina	64	97
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	40	40
179- Quebrada Caimital Nicoya	33	9,5
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	14	82
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	60	21,5
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	44	8
184- Río Potrero Catarata Llanos...en Bagaces	58	94
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	65	7
186- Río Nosara en Nicoya	40	10,5
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	25	56
188- Río Salitral en Liberia	65	13
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	64	8
190- Río Cabuyo en Bagaces	52	56
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	65	30
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores (Heredia)	18	55,7
194-Río La Tirimbina La Virgen	67	20,5
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	49	9,2
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	51	9,5
195g- Río Sarapiquí Bajo La Chancha	6	7
197- Río Turú Heredia	37	34,7
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	51	36,8
199- Quebrada Maná-Guarumo en Sarapiquí	28	32

200- Río Guararí en Santa Bárbara	56	14
201- Río San José en Sarapiquí	77	13

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

En el cuadro 13 se presenta la correlación concentración de coliformes fecales vs el color aparente del agua, se obtuvo un r de **0,13**, indicando una correlación directamente proporcional entre el color del agua y la concentración de coliformes fecales en la misma, esto quiere decir que por lo general, a mayor color del agua, mayor concentración de coliformes fecales.

Cuadro13. Correlación entre la concentración de coliformes fecales vs color aparente del agua, en cuerpos de agua dulce superficiales (180 puntos de muestreo). Período 2010-2021.

Cuerpo de agua dulce superficial por Provincia	Colif. Fecales	Color Aparente	Coefficiente de
	Promedio Geo.	Promedio	Correlación r
3a- Río Burío Polideportivo Fortuna	1940,3	4,3	0,13
4a- Río La Vieja 500 m abajo comunidad	157,3	50,7	
5- Río Gorrión El Silencio Río Cuarto	130	7,3	
6- Quebrada Doña Ana La Guácima	46000	5,1	
7- Quebrada Matías Atenas	4600	10	
8a- Río Quizarraces Carrizal Pte Valle Vieja	1949	38,7	
8b- Río Quizarraces Pte Calle Nueva	660,9	28,7	
9- Río Frío Los Chiles Muelle	5138,1	221	
10a- Río Cañuela Concepción San Ramón Pte	319,1	45,6	
11- Río La Prensa Concepción	313,5	85,6	
13- Río El Brazo Pte Río Celeste	307,6	4	
14- Río La Fuente San Rafael Alajuela Puente	5259	105	
15a- Quebrada Santiago en Palmares Puente Chumas Bar	1556,3	18	
15b- Quebrada Santiago frente a Naciente	77,1	15	
16- Quebrada Valverde en Argentina de Grecia	2419,6	40	
17- Río Siquiáres El Coyo de Alajuela	25581,3	32,3	
18- Quebrada López o Prudencio en Carrizal	5040,3	65,5	
19a- Río Celeste PNV Tenorio Catarata en Guatuso	1	13	
19b- Río Celeste Pte carretera Hotel Hideaway	8,2	21,7	
20- Quebrada Naciente Contenedores Dr. Paradise en La Palmera	12,9	15	
22- Quebrada Pajulita en San Carlos	1224,1	91	
23a- Río Alajuela Puente Negro	38961,5	78	
23b- Río Alajuela Puente Pavas	675	114	
24- Río Chaguite en Grecia	582	87,3	
25a- Quebrada Rodríguez 1en San Carlos	105,2	49	
25b- Quebrada Rodríguez 2en San Carlos	102,2	19	

26- Quebrada La Danta en San Carlos	46,4	7
27- Río Chorreras en Alajuela	295,2	12
28- Río Aguas Zarcas en La Palmera San Carlos	12,2	27,3
29- Quebrada Nuevo Pital o Pitalito en San Carlos	1600	53,5
30- Río San Pedro en San Carlos	798,1	35,5
31- Quebrada El Colorado en Poás	13	1
32- Quebrada Nacientes Mariana Castillo en San Ramón	104,6	37
33- Río San Pedro en San Ramón	62,2	14,5
34- Río Achiote en Grecia	127,2	14,5
35- Río Prenditas en Poás	154,9	8,5
36- Quebrada Baldí o Guillermina en San Carlos Hotel Baldí Hot Springs	1486,6	13,5
37- Río Medio Queso en Los Chiles	350	59
38- Quebrada del Chanco en Arenal Lodge San Carlos	11	1
39- Río Burro en San Carlos Bajo pte río Burro	376,7	6,5
40- Río Grande en San Ramón Antiguo pte hamaca	1100	23
41- Quebrada El Salto en San Carlos	49000	62
42- Río Thiales en Guatuso	202	22,5
43- Quebrada Nac Bijagua en Upala	110	6
44- Río Jorco Aserri Toma AyA (San José)	121	7,3
46a- Río Tabarcia Acosta Nac Palmichal	121.12	3,7
51a- Río Savegre San Gerardo Dota Trogon	34,5	7,33
51e- Río Savegre Campamento Cumbre	24,5	6,17
54a- Río Jaboncillal Goicoechea Puente carretera	139,8	52,2
54b- Río Jaboncillal Los Coyotes	183,41	38
55- Quebrada El Caño PZ	119,8	11
57- Quebrada La Veranera PZ	632,37	27
59a- Río Peñas Blancas PZ Pte Quizarra	99,6	18,5
59c- Río Peñas Blancas Universidad de York	33	4
60a- Río Virilla Las Nubes Coronado Arriba Toma	43	49
60b- Río Virilla EBI La Carpio	3080,4	31,2
64a- Río Torres Barrio México Cipreses	41177,7	62,2
64b- Río Torres Barrio Amón Zoológico	112001,8	52,4
65b- Río Tiribí Desamparados	12000	16,7
65c- Río Tiribí en Pavas Plantel Municipal	160000	1096,5
66a- Río María Aguilar Pinares Curridabat	2967,3	18
65b- Río María Aguilar Barrio Cuba Corredor Biol.	2457,5	45
65c- Río María Aguilar en Barrio Francisco Peralta	24196	182
67- Quebrada Yeguas Guachipelín Escazú	2419,6	13
68- Río Uruca Zoológico Santa Ana	1275,5	12,2
71- Quebrada Pilas Parque Valle del Sol Santa Ana	2419,6	12
72- Río Cruz Parque Ecológico Escazú	56,6	14,7

73-Río Agres Finca Embrujado Verde Escazú	230	28,7
74-Quebrada Pinares Curridabat	2419,6	14
75- Quebrada Barrial en Moravia	4678,4	30,3
76- Río Cañas en Aserrí	235,1	57
77- Quebrada Quebradilla o Marín en Puriscal	920,2	44,7
78- Quebrada Los Pericos Santa Ana	27748,9	22
79- Quebrada Las Cabañas en Santa Ana	838,7	78,7
80- Río Poás en Barrio Las Minas Aserrí	463	85
81- Río Buena Vista en Pérez Zeledón	252,4	12,5
82- Río Chirripó Pacífico en Pérez Zeledón	137,7	15
83- Río Tarrazú en Desamparados	401,2	11
84- Quebrada Canet en Tarrazú	9,6	1
85- Quebrada Lajas en Santa Ana	1600	42
86a- Río Ocloro frente Clínica Carlos Durán	2592,3	27
86b- Río Ocloro 200 m al sur de Casa España Sabana Norte	1600000	113
87- Quebrada Tarbaca 15 m antes de Planta	49	11
88- Quebrada Grande en Puriscal	558,6	90
89- Río Guatuso en Aserrí EBI	160000	24
90a- Río Pacuare Puente Siquirres (Limón)	288,2	4
90c- Río Pacuare Pacuare Lodge	4,1	5
90d- Pacuare Campamento Ríos Tropicales	12	188
99- Quebrada Terciopelo Bajo del Tigre Siquirres	73,6	10
100- Quebrada San Martín Bajo del Tigre Siquirres	186,5	8
102a- Río Guápiles Puente UNED Centro	2414,4	11,3
102b- Río Guápiles Boulevard	24000	16
103- Río Toro Amarillo Puente Braulio Carrillo	160,7	34
104- Quebrada Carbón en Talamanca	743,6	30,5
105b- Río Pacuare Mollejones Turrialba	319,8	39
106a- Río Tiribí Toma AyA Dulce Nombre La Unión	325,1	47,5
106d- Río Tiribí bajo puente peatonal Pizote	2419,6	155
107a- Río Chiquito Puente Tren en La Unión	1066	5,8
107b- Río Chiquito La Antigua Tres Ríos	7790	9,1
110b- Río Aquiares Salón Comunal Aquiares Turrialba	228,2	4
110c- Río Aquiares 700 oeste rest Las Rosas	170	16
110d- Río Aquiares Bajo pte Sport bar	4900	125
111c- Quebrada La Ocho Costado Colegio puente peatonal	2275	19,2
112- Río Pejibaye Jiménez Puente Metal	212,1	16
118a- Río Puriros Tablón Arriba Guarco	682,64	5
119a- Quebrada Arriaz Los Angeles Llano Grande Pte Carretera	2215,2	24,3
119b- Quebrada Arriaz CEANA	2149,4	43,5
120- Quebrada El Oso Pejibaye Jiménez	1078,5	10,5

122- Quebrada Condominio Imperial Concepción La Unión	8334	94,8
123- Quebrada Municipal La Unión (Urba)	9641,4	33
125- Quebrada Guayabo Monumento Nacional Guayabo Turrialba	88,2	4
127- Quebrada Chaguíte, Tres Ríos, Cartago	6300	43,7
128- Quebrada Navarro en Guarco	87	112
129- Río Púcares en Paraiso al sur del Estadio	17000	126
130- Quebrada Jucó en Cartago	140	9
132b- Río Higuerón en Osa Finca Perla (Puntarenas)	46	36
133- Quebrada Astúa Portalón en Quepos	170	5,5
134- Río Portalón Portasol en Quepos	108,9	9,4
136- Río Parrita Sardinal Puntarenas	2400	18
141a- Río Pánica Tambor Arriba Cóbano	2501,61	38
141b- Río Pánica Centro Tambor	3728,6	77
142- Río Olivier o Liebre Isla del Coco	76,3	15
143- Río Genio Isla del Coco	346,36	6
145- Río Naranjo Quepos Puente Carretera	47,1	98
146- Quebrada Danta Santa Teresa Cóbano abajo Puente	3923,4	69
147- Río Agujas Sector Balneario Quebrada Ganado	254	97
148- Quebrada Margarita Pte carretera Quebrada Ganado	571	12,5
149- Quebrada Máquina en Monte Verde Tanque Reunión	85,3	32,5
150- Río Arío en CIRENA Cóbano Puntarenas	205,7	25,5
151- Río Barranca Sector Juanito Mora Puntarenas	2419,6	768
152- Río Piro en Golfito	33	5
153- Quebrada Palma en Golfito	3300	55
154- Río Zelaya en Concepción de Vainilla Puntarenas	240	6
155- Río Lajas en Cabo Blanco Puntarenas	1600	416
156- Río Volcán en Buenos Aires	280	17
157- Río Copal en Coto Brus	196,7	43,5
158- Quebrada Santa Lucía en Osa	33	31
159- Quebrada Gamba en Golfito	1100	30
160- Río Guineal en Buenos Aires 300 norte de Plaza	170	14
161- Río Ziak en Coto Brus frente Iglesia Fte de paz	1700	17
162- Quebrada Benjamín en Osa Sra. Vielka.	490	27
163- Quebrada Carmen en Sta Teresa	160000	250
164a- Río Zapote en Brasilito Santa Cruz (Guanacaste)	2232	2,1
164b- Río Zapote en Huacas Super Compro Santa Cruz	24000	7
165a- Río Andamojo en Río Seco Santa Cruz	998,7	45,5
166- Río San Andrés Tamarindo	5974,9	29
167- Río Riyito Tamarindo	2970	25,7
168a- Río Tempisque Rancho Humo Nicoya	2400	103,9
168b- Río Tempisque Pte Guardia	92,74	10,5

168c- Río Tempisque en Guinea Filadelfia	1534,3	64
169b- Río Liberia Puente Real	1296,1	64
170- Río Potrero Nicoya arriba Toma AyA	1717,1	7
175a- Quebrada La Cabra Tilarán Barrio Capri	1331,7	44
175b- Quebrada La Cabra Las Lomas	33226,49	36
175c- Quebrada La Cabra Vertedero	2964,4	200,2
177a- Río San José del Libano antes Antigua Mina	2419,6	76
177b- Río San José abajo antigua mina	2419,6	97
178- Río Cañas Barrio San Pedro Guanacaste	2419,6	40
179- Quebrada Caimital Nicoya	2876,7	9,5
180- Quebrada Piñuelita Playas del Coco	162480,8	82
183a- Río Blanco Curubandé Fca Don Rafa	13	21,5
183b- Río Blanco Curubandé Poza Doña Pipa	31,5	8
184- Río Potrero Catarata Llanos...en Bagaces	193,4	94
185- Quebrada F1 en Rincón de La Vieja	155,6	7
186- Río Nosara en Nicoya	84,6	10,5
187- Río Bagaces Unidad Técnica Vial Minic	17000	56
188- Río Salitral en Liberia	790	13
189- Quebrada Gata en Hotel Buena Vista Liberia	1300	8
190- Río Cabuyo en Bagaces	790	56
191- Río Piedras en La Falconiana Bagaces	130	30
193b- Río Segundo Cristal-Cervecería Flores Heredia (Heredia)	8182	55,7
194-Río La Tirimbina La Virgen	139,2	20,5
195b- Río Sarapiquí Pozo Azul	160,8	9,2
195d- Río Sarapiquí Aventuras del Sarapiquí	67,6	9,5
195g- Río Sarapiquí Bajo La Chancha	240	7
197- Río Turú Heredia	2811	7
198- Río Sardinal de Sarapiquí Campo Scout Yori	566,1	36,8
199- Quebrada Maná-Guarumo en Sarapiquí	46	32
200- Río Guararí en Santa Bárbara	3300	14
201- Río San José en Sarapiquí	700	13

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

Cuadro 14. Coeficientes de Correlación (r) en diferentes cuerpos de agua dulce superficiales en Costa Rica. Período 2010-2021.

Tipo de Correlación	Coeficiente de correlación r
1- BMWP-CR vs Clase Microbiológica	-0,14
2- BMWP-CR vs Turbiedad	-0,16
3- Clase Microbiológica vs Turbiedad	0,03
4- BMWP-CR vs pH	0,08
5- Clase Microbiológica vs pH	-0,05
6- BMWP-CR vs Temperatura	-0,05
7- Clase Microbiológica vs Temperatura	-0,01
8- BMWP-CR vs Conductividad	-0,3
9- Clase Microbiológica vs Conductividad	0,05
10- BMWP-CR vs Color Aparente	-0,21
11- Clase Microbiológica vs Color Aparente	0,13

Figura 2. Porcentajes de clases biológicas en 271 puntos de muestreo en cuerpos de agua dulce superficiales en Costa Rica. Período 2010-2021.

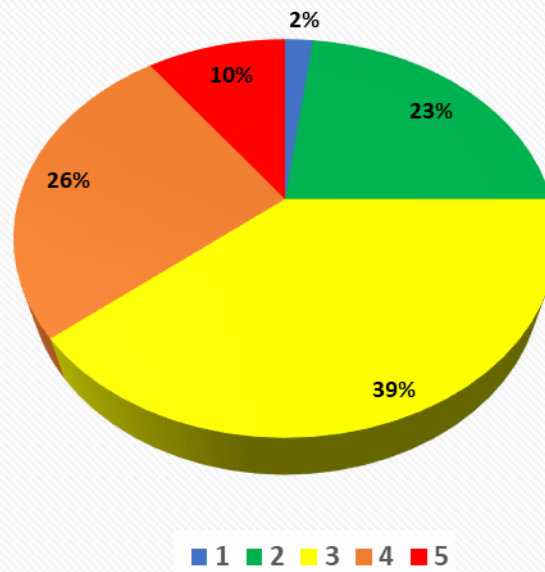
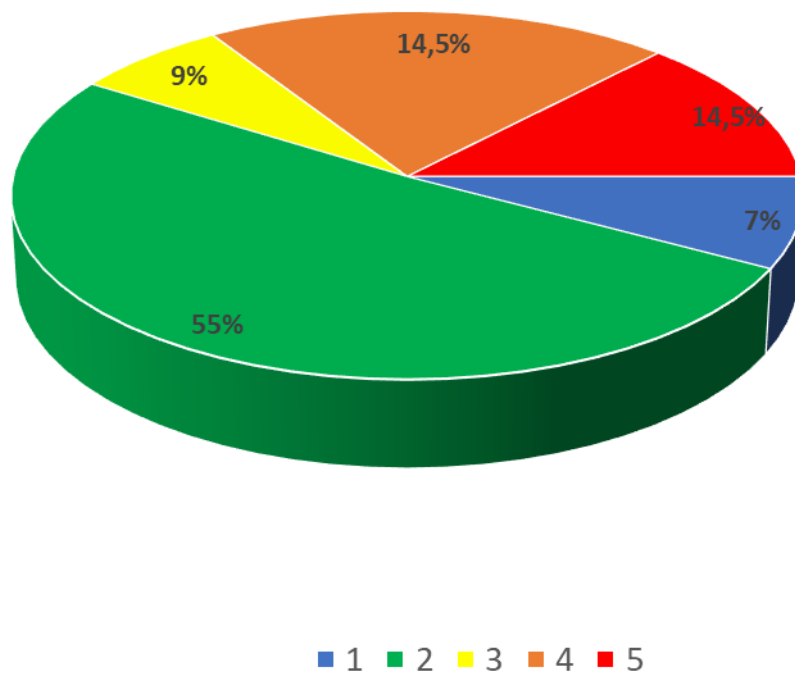


Figura 3. Porcentajes de clases microbiológicas en 271 puntos de muestreo en cuerpos de agua dulce superficiales en Costa Rica. Período 2010-2021.



Conclusiones:

Durante el período 2010-2021, se mantuvo el predominio de la clase 3 en el índice biológico y de la clase 2 en el índice microbiológico, al igual que en los análisis realizados en los 5 años anteriores, lo que indica significativamente a nivel general, que los cuerpos de agua superficiales de Costa Rica presentan una calidad de agua entre regular y buena, en su mayoría. Según los valores de los índices biológicos y microbiológicos obtenidos en estos estudios, se puede concluir que los ríos más contaminados de Costa Rica son los siguientes (no se incluyen quebradas):

- 1- **Río Siqui**ares en El Cuyol, Alajuela (**ambos índices rojos**).
- 2- **Río Tiribí** entre Tres Ríos Centro, Cartago y Desamparados, San José (**ambos índices rojos**)
- 3- **Río Torres** entre Barrio Amón y Barrio México, San José.
- 4- **Río María Aguilar**, entre Curridabat y Barrio Cuba, San José.
- 5- **Río Virilla** en La Carpio, La Uruca, San José (parte baja).
- 6- **Río Ocloro** en San José.

Entre los ríos más limpios o menos contaminados de Costa Rica se encuentran los siguientes, según este estudio (**Cuadro Anexo 4**).

- 1- **Río Fortuna** en San Carlos, Alajuela.
- 2- **Río El Brazo** en Guatuzo, Alajuela.
- 3- **Río Celeste** en Parque Nacional Volcán Tenorio.
- 4- **Río Tabarcia** en Palmichal de Acosta, San José.
- 5- **Río Savegre** en San Gerardo de Dota, San José.
- 6- **Río Pirris** en Dota, San José.
- 7- **Río Peñas Blancas** en Pérez Zeledón, Costa Rica.
- 8- **Río Quebradas** en Pérez Zeledón, San José.
- 9- **Río Pacuare** entre Tuis de Turrialba, Cartago y Siquirres (Limón).
- 10- **Río Pejibaye** en Jiménez, Cartago.
- 11- **Río Piro** en Reserva Osa, Golfito.
- 12- **Río Cañas** en Brunca de Buenos Aires, Puntarenas.
- 13- **Río Tenorio** en Cañas, Guanacaste.

Es importante resaltar que desde el año 2010, en que se empezó a realizar el monitoreo tanto Microbiológico, como Físico-Químico y Biológico, algunos de los ríos que se han mantenido activos en el Programa Bandera Azul Ecológica, en la categoría de Microcuencas hidrológicas y que han mantenido o sostenido un buen manejo o mejorado la calidad de estos cuerpos de agua dulce superficial, entre algunos de ellos se encuentra el Río Tabarcia, en el Transecto Nacientes Palmichal, en Palmichal de Acosta, con 12 años de participación constante y su respectivo moniotoreo; el Río Jorco en Aserrí, en la toma de tratamiento de agua potable del AyA; también con 12 años, el Río Tirimbina, en el Transecto La Estación, al igual que el Río Tiribí en el transecto Pizote, toma de agua del AyA, en Dulce Nombre de La Unión, Cartago; el Río Jaboncillal en el transecto Mata de Plátano, arriba de la Toma del AyA, con 10 años. También La Quebrada la Ocho en el Colegio Técnico Ambientalista de Pejibaye, Cartago, con 10 años de participación; el Río Sarapiquí en el transecto pozo azul en la Virgen de Sarapiquí, Heredia con 10 años de participación: el Río Cañuela en Concepción de San Ramón de Alajuela, con 10 años. También el Río Portalón, en el transecto Portasol, en Quepos, con 9 años de participación y finalmente, el río Torres, en el Transecto Simón Bolívar en Barrio Amón, San José, con 8 años de participación.

Luego de efectuados el análisis de la información obtenida en estos años de monitoreo y con los resultados obtenidos en los años anteriores del análisis de la información, se puede concluir que existió una correlación inversamente proporcional entre el índice biológico BMWP-CR y la concentración de coliformes fecales, ya que en todos los estudios realizados el valor del coeficiente de correlación obtenido fue de **-0,1**, por lo que a mayor concentración de coliformes fecales, menor índice biológico, esto se relaciona con el hecho de que al haber mayor cantidad de coliformes fecales, hay mayor contaminación orgánica, lo que afecta directamente a los organismos de ese ecosistema acuático, produciendo un aumento en la abundancia de organismos tolerantes a ese tipo de contaminación, como ***Chironomus sp.*, *Physa sp.*, *Erpobdella sp.* y *Lumbriculus sp.***, entre otras. Por otra parte, se produjo una disminución en la riqueza biológica o biodiversidad acuática, de especies no tolerantes a la contaminación como por ejemplo las familias Perlidae, Gomphidae y órdenes como Plecoptera, Ephemeroptera o Amphipoda, entre otros, además de que se da la ausencia parcial o total de peces.

Otros valores de coeficientes de correlación permitieron concluir que la salinidad afecta directamente las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos, ya que a mayor conductividad, mayor salinidad y por lo tanto, habrá una menor riqueza de organismos dulceacuícolas. La Temperatura también influyó en la obtención de los valores de correlación, sobre todo en la riqueza biológica, a temperaturas muy altas, la diversidad bentónica es casi nula, al igual que a temperaturas muy bajas, por lo que se comprobó que la temperatura es un factor limitante, en cuanto al desarrollo de un ecosistema acuático. La turbiedad y el color del agua, también influyeron en forma significativa en los valores de los índices biológicos obtenidos, ya que en cuerpos de agua dulce superficiales con turbiedades y colores altos, disminuyó considerablemente la riqueza biológica, tal como lo mostraron los resultados obtenidos en este estudio.

La pérdida de la calidad de las aguas superficiales se da principalmente por los afluentes de las actividades industriales, aguas negras domésticas y la escorrentía por el uso del suelo, también por la minería y la disposición final de los desechos sólidos. Aspectos como los

mencionados, causa en los ecosistemas acuáticos, cambios físicoquímicos que influyen en la composición y distribución equilibrada de las comunidades biológicas.

Recomendaciones:

- Se deben realizar acciones a nivel de comités locales de microcuencas que contribuyan a un manejo adecuado de las Cuencas Hidrológicas, en un país como el nuestro, debido a las características de la mayoría de las cuencas, se deben utilizar las metodologías de sistemas de extensión principalmente en laderas, conservándolas convenientemente y aprovechando sus recursos de la manera más sustentable.
- En algunas de las tomas de agua analizadas, se detectó erosión y deforestación que causan inestabilidad e inundaciones, el control de torrentes y los efectos de las condiciones naturales o de procesos inducidos por el hombre en las laderas o áreas cultivadas, para evitarlo, deben aplicarse prácticas correctas, principalmente en los sistemas de extensión en laderas. La intervención a nivel de aprovechamiento se ha orientado a los recursos forestales e hídricos, en la mayoría de los casos sin una visión integral, sin ningún principio de uso sostenible. La rehabilitación de las cuencas se debe iniciar en las fincas, con la decisión de los agricultores sobre las prácticas adecuadas para sus cultivos y cambiando nuestra mentalidad, sobre el altísimo precio que debemos pagar si contaminamos indiscriminadamente los cuerpos de agua.
- Es conveniente y necesario dar seguimiento a estos estudios, mediante el biomonitoreo de las fuentes superficiales de los cuerpos de agua superficiales del país. De esta manera, se garantiza detectar cambios en las comunidades bentónicas que permitan identificar perturbaciones que pueden causar un mayor deterioro de dichos ecosistemas acuáticos y tomar las acciones que permitan mitigar dichas perturbaciones de los dichos ecosistemas. También poner atención a las fuentes de contaminación causadas por el hombre, como por ejemplo las descargas de aguas residuales y negras sin ningún tratamiento previo a los cuerpos de agua dulce superficiales, esto eliminaría o disminuiría los problemas de contaminación, presente en muchos de los cuerpos de agua monitoreados.

Agradecimientos:

Al Dr. Darner Mora A., director del Laboratorio Nacional de Aguas, por su apoyo y confianza una vez más, en mí, para realizar estos estudios y a todo el personal del Laboratorio Nacional de Aguas que de una u otra manera cooperó con esta investigación.

Referencias Bibliográficas:

- Andueza Félix, Chaucala S, Vinueza R, Escobar S, Medina.Ramírez G y Araque J. Calidad microbiológica de las aguas termales del balneario “El Tingo”. Pichincha. Ecuador. Ars Pharn vol.61 no.1. Granada ene/mar.2020 Epub. 20-jul-2020. Tomado de: <https://dx.doi.org/10.30827/ars.v61i1.8379>.
- APHA. AWWA. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23 RD Edition. USA.
- Barbaro A.L; Karlamian M,A; Mata A.D.; Importancia del pH y la conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. Minsiterio de Agricultura, Ganadería y Pesca. En línea. [www.inta.go.ar>sites>default>files>script-tmp-inta - importancia del pH y la conductividad electrica.pdf](http://www.inta.go.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_electrica.pdf).
- Bussing, William Albert. 1997. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. 2 ed- San José, C. R.Editorial de la Universidad de Costa rica-
- Cairns. J & Kennet L,D. 1971. A SIMPLE METHOD FOR THE BIOLOGICAL ASSESMENT OF THE EFFECTS OF WASTE DWELLIN ORGANISM. WATER POLLUTION CONTROL. 755-772 pp.
- Charpantier, C y F, Tabash. 1988. Variaciones en la comunidad bentónica del sedimento. Un indicador biológico del estado de contaminación de los ríos de la subregión de Heredia. Costa Rica. UNICIENCIA. 5:1-2 (69-76).
- Cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos//pom/_amoya//diagnostico/1211.pdf.
- Costa CR, Olivi P, Botta CMR, Espindola ELG 2008. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussao e métodos de avaliacao. Quím Nova 31: 1820-1830. Doi: 10.1590/S0100-40422008000-700038.
- De Pauw, N & G, Vanhooren. 1983. Method for biological quality assessment of Water-courses in Belgium. Hydrobiologia. 100 (153-168).
- Durance, I., & Suarez, M. (2007). Un modelo conceptual sobre el funcionamiento de los ríos mediterráneos sometidos a perturbaciones naturales (riadas y sequías). Limnetica, 26(2), 277-292.
- Guerrero-Bolaño F, Manjares-Hernández A, Nuñez-Padilla N.2003. Los Macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul (Cuenca del río Gaica, Colombia) y su relación con la calidad del agua. Acta Comb 8:43-55.
- Espigares García M. y Fernández-Crehuet M. 1999. Calidad del agua para consumo

público: caracteres físico-químicos. En *Estudio sanitaria del agua*. Pérez López. J. A. y Espigares García M. (eds). Editorial Universidad de Granada, Granada (España). Pp. 115-127.

- Euskadi (2003).
- Hernández, Casas, F.A y Cárdenas, Páez, C.P. 2018. Evaluación de la calidad del agua en el Caño Naizaro a partir de parámetros físicoquímicos, microbiológicos y aplicación de índices de contaminación en un período de 4 meses. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Ambiental. Universidad Santo Tomás. Sede Villavicencio. Facultad de Ingeniería Ambiental. Villavicencio.
- <https://www.uv.es/coefcorre.htm>.
- https://es.wikipedia.org/wiki/coeficiente_de_correlación.
- [https://es.www. Ciencias. Una.es/publicaciones](https://es.www.Ciencias.Una.es/publicaciones).
- <https://es.www.salud publica.es>revistas pdf>.
- <https://es.www.busde.paho.org.fulltex,miya>.
- <https://www.webyempresas.com/coeficiente>.
- <https://www.ccg.unam.mx>.
- <https://www. Euskadi. Net/vima-aguas/calidad-biológica. 2003>.
- <https://www.redalyc.org>jatsRepo>html>.
- <https://www.ugr.es/-eianez/Microbiologia/13>.
- <https://www.higiene-ambiental.com>color>.
- “Índice Británico BMWP elaborado por el National Water Concil (1982)”.
- Instituto Politécnico Nacional (IPN). 2017. Efecto de la temperatura y pH sobre los microorganismos. Laboratorio de Microbiología General.
Enlínea.<https://www.es.slideshase.net/iltait Des/efecto-de-la-temperatura-y-pH-sobre-los-microorganismos-76430168>.
- Larrea, J & Álvarez , J. 2013. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol.44, No. 3, pp.24-34.
[Enlíneahttp://www.researchgate.net/publication/257957794 Bacterias indicadoras de contaminacion fecal en la evaluacion de la calidad](http://www.researchgate.net/publication/257957794_Bacterias_indicadoras_de_contaminacion_fecal_en_la_evaluacion_de_la_calidad).

- Liebman, H. 1962. Handbuch der frish wasser-und Abwas-serbiology. Vol. I. R. Oldenburg, Munchen. 588 pp.
- MARCÓ, R. AZARIO, C. METZLER, M. C. GARCIA. 2004. La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales. *Hig. Sanid. Ambient.* 4: 72-82 (2004). En línea. <http://salud-publica.es/secciones/revista/revistas>.
- Molina, A, Alex, 2007. Catálogo de Peces de La Cuenca Río Pirris-Parrita. Instituto Costarricense de Electricidad. Primera edición Proyecto Hidroeléctrico Pirrís San José, Costa Rica.
- Mora, A, Darner., 2019. Criterio sobre concentración de coliformes fecales para aguas de baño. Salubrista Público. Director del laboratorio Nacional de Aguas de Costa Rica. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (Comunicación personal).
- Mora, A, Darner & Mata, S, Ana Victoria. 2003. “Conceptos básicos de aguas para consumo humano y disposición de aguas residuales”. Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y alcantarillados. Tres Ríos. Cartago. Costa Rica. Enlínea.<http://www.aya.go.cr/CentroDocumentacion/CatalogoGeneral/conceptos%20basicos>.
- “REGLAMENTO PARA LA EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES”. Propuesta. LA GACETA. 2007. PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Y MINISTROS DEL AMBIENTE Y ENERGÍA. Presidencia de la República. Costa Rica.
- OCM.um.es/avances-ecológicos-para-la.../presentación-lección-12.pdf. Índice Británico BMWP elaborado por el National Water Concil (1982).
- OCW.um.es/avances-ecológicos-para-la.../presentación-lección-12.pdf.
- Pasual, G., Lannacone J., Alvarino, L., 2019. Macroinvertebrados bentónicos y ensayos toxicológicos para evaluar la calidad del agua y del sedimento del río Rímac, Lima, Perú. *Rev Inv Vet Perú*.
- Pradillo Beatriz. 2014. Los colores del agua. en línea.iagua.es/blogs/Beatriz-pradillo/colores-agua.
- PERSONE, G & N. De Pauw. 1979. Systems of biological aspects of freshwater pollution edited by Ravera, O. Pergaman Press, Oxford, U.S.
- Quirós, S, J.M. 1997. VARIACIÓN ESTACIONAL DE LAS COMUNIDADES DE ORGANISMOS BENTÓNICOS EN LAS PARTES ALTA Y MEDIA DEL RÍO TIRIBÍ. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica. 127 pp.

- Quirós, S,J,M. 2004. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL RÍO BARRANCA, APLICANDO EL ÍNDICE BIOLÓGICO BMWP' – CR, DURANTE EL PERÍODO 2003. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Laboratorio Nacional de Aguas. Área de Biología. Tres Ríos. Cartago. Costa Rica. Hidrogénesis.
- Roldán, G.R. 1980. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Editorial Presencia Ltda. Colombia. 215 pp.
- Savage, J, M.1992. The Amphians and Reptiles of Costa Rica. 1992. En línea: amazon.com/+es/Jay-M-Savage/dp/0226735389.
- Schmitz B., Anthony. 1993. Costa Rica: Mammal Flip Chart/written an illustrated by Antohony Smichmitz. San José. CR.
- Torres, P., Cruz, C.H., & Patiño, P. J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Ingenierías de Medellín*, 8(15 especial), pp., 79-94. En línea: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15sl/v8n15s>.
- Valderrama, E, J y otros. 1979. Manual del curso Análisis de aguas y aguas de desecho. Cuarta edición. Vol. I. México. 255 pp..
- Verneaux, J. Galmiche, F. Janier & A. Monnot. 1982. Une nouvelle méthode pratique d' évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de qualité générale (I.B.G). *Ann. Sci. Univ.Besancon, Biol. Anim.* 4Eme sér., 3:11-21.
- Villalobos, J,A y L,G, Albéndiz. 2004. Control Biológico de la contaminación del agua. Internet.

Anexos:

Anexo 1: Análisis Biológico:

LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS AYA							
ANÁLISIS DE LA MUESTRA BIOLÓGICA							
AyA-OT:	236221					Tres Ríos, Cartago	
AyA ID Muestra:	289921					Teléfono: (506) 2279-5118	
N° de Reporte Micro:	161670					Fax: (506) 2279-5973	
						email: dmora@aya.go.cr	
Ciente:	Programa Bandera Azul Ecológica						
Contacto:	Hernán Ramírez			Muestreado por: Marlen Cruz Salas			
Teléfono:	83-534055			Analizado por: José M Quirós Sanabria			
Email:	hernan.ramirez.alfaro@gmail.com			Fecha de muestreo: 11-5-2021			
SISTEMA:	Río Tabarcia en Nacientes Palmichal			Tipo de Muestreo: Biológico Red de Mano*			
Geo-Ref:	E:0480506 N:01088101 Altitud: 1305msnm			Hora muestreo: 12:15			
Dirección: Acosta, Nacientes Palmichal, San José.				Fecha de ingreso: 11-5-2021			
				Fecha de análisis: 13-5-2021			
				Fecha de reporte:			
Observaciones:							
Phylum	Clase	Orden	Familia	BMWP-CR	Abundancia	Color y Clase	Nivel de Calidad
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	6	10		
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	4	1		
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8	1		
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5	3		
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	5	2		
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	9	22		
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	6	1		
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	5	4		
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	7	3		
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	5	3		
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	6	3		
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	4	1		
			TOTAL	70	54		
Géneros Identificados: <i>Anacroneuria sp.</i> , <i>Leptonema sp.</i> , <i>Tricorythodes sp.</i> , <i>Baetis sp.</i> .							
Resultados **: En este sitio de muestreo se obtuvo un índice biológico de Clase 4 con coloración Verde, esto indica aguas de calidad regular, contaminación moderada.							
(*) (**) Lo anterior según el decreto N° 33903 de la Gaceta del 17 de setiembre del 2007.							
Reporte realizado por:							
Biólogo Tropical: Lic. José Manuel Quirós Sanabria.							
Código CBCR: 684							
Tel: 22-795118							
email: jquiros@aya.go.cr							

Anexo 2: Fotografías:

Megaloptera, Corydalidae, *Corydalus* sp.; Río Purires (Tablón arriba, El Guarco, Cartago):



Crustacea, Pseudothelphusidae (Río María Aguilar, Concepción, La Unión):



Familia Gyrinidae, (Coleoptera) en tanque T-102, Monumento Guayabo, Turrialba:



Familia Hydrobiosidae (Trichoptera, de puntaje máximo 9) en Río Guayabo, Turrialba, Cartago:



Familia Ptilodatyliidae, *Anchytarsus* sp. (Trichoptera), en Río Guayabo:



***Brycon guatemalensis* (Sardina de río, río Andamojo, Santa Cruz, Guanacaste):**



***Parachromis dovii* (guapote, río Las Bonitas, Platanares de Pérez Zeledón):**



Poeciliidae, *Poecilopsis paucimaculata* (quebrada Imperial, Concepción, La Unión):



***Crocodylus acutus* (cocodrilo, río Sierpe, Puntarenas):**



***Oxybelis aeneus* (bejuquillo café, río Banano, Matama, Limón)**



***Tamandua tetradactyla* (oso hormiguero, Pozo Azul, Cuenca río Tenorio en Cañas, Guanacaste):**



Anexo 3: Familias y géneros de peces identificados durante los muestreos realizados 2010-2021.

- **1- *Brycon guatemalensis*** (Machaca, río La Tirimbina, Sarapiquí).
- **2- *Agonostomus monticola*** (Tepemachín, quebradas Astúa y Neily).
- **3- *Rhamdia sp.*** (Barbudo, río Purires, El Guarco)
- **4- *Parachromis dovii*** (Guapote, río Las Bonitas, quebrada El Caño en PZ).
- **5- *Diplodus vulgaris*** (Mojarra, Río Liberia)
- **6- *Pseudophallus elcapitanensis*** (Pez pipa, río Banano, parte baja, Limón).
- **7- *Poecilia gilli*** (Olomina, río Virilla, La Carpio)
- **8- *Poecilopsis c.f paucimaculata* (1 a 3 manchas)** (Olominia, Quebrada Condominio Imperial, Concepción, La Unión).
- **9- *Awaous banana*** (Chupapiedra, río Siquirres, Limón).
- **10- *Gobiesux fulvus*** (Chupapiedras de la Isla del Coco, río Genio).
- **11- *Gobiesux potamius*** (Chupapiedras, Quebrada Astúa)
- **12- *Sycidium cocoensis*** (Gobido de la Isla del Coco, río Liebre).
- **13- *Sicydium salvini*** (Chupa piedra, tití, río Savegre)
- **14- *Centropomus sp.*** (Robalo, río Tempisque, Guaria, Liberia).
- **15- *Eleotris picta*** (Vieja, río Puerto Viejo, la Virgen)
- **16- *Gobiomorus maculatus*** (Guabina, río Zapote, Brasilito).
- **17- *Joturus pichardi*** (Pez Bobo, río Pacuare).
- **18- *Oncorhynchus mykiss*** (Trucha arco-iris, río Savegre en San Gerardo de Dota).
- **19- *Brachyraphis olomina*** (olomina, en río Virilla, parte baja).

Anexo 4: Ríos más limpios de Costa Rica, según este estudio. Período 2010-2021:

Río	Ubicación	NMP/100 mL Colif. Fec.	BMWP-CR Índice Biol.	Color	Conductiv.	pH	Turbiedad	Temperatura °C
1- Fortuna en Catarata	La Fortuna San Carlos Alajuela	632	103	No deter.	120	7,1	1,6	26,7
2- El Brazo en Katira	Guatuso Alajuela	307,6	69	4	84,5	7,6	1,2	24,6
3- Celeste en Catarata	Parque Nacional Volcán Tenorio Guatuso Alajuela	Negativo	38	13	294	6,6	2,6	24,2
4- Tabarcia Nacientes Palmichal	Palmichal Acosta San José	123,9	66	3,7	116,8	7,6	2,7	19,9
5- Savegre en El Trogón	San Gerardo de Dota San José	34,5	49	7,33	103,4	7,3	0,7	12,7
6- Pirrís en Cerro de la muerte	Dota San José	4	70	No deter.	60	7,2	0,9	11,6
7- Peñas Blancas Univer de York	General Viejo Pérez Zeledón San José	33	116	4	73	7	1,8	20
8- Quebradas en Toma AyA	Pérez Zeledón San José	73	93	27	79	7,8	3,6	26
9- Pacuare Pacuare Lodge en	Siquirres Limón	4,1	61	188	149	8,3	0,7	24
10- Pejibaye en Pte de Metal	Tucurrique Cartago	212,1	64	15	105,2	7,7	8,9	20,5
11- Cañas en Brunca	Buenos Aires Puntarenas	430	109	No deter.	36	7,1	0,4	21,1
12- Tenorio en Pozo Azul	Cañas Guanacaste	420	103	No deter.	138	7,5	2,6	23,9
13- Piro en Reserva Osa	Golfito Puntarenas	33	113	5	216	7,3	0,4	No deter.
14- Río Sarapiquí en Selva Verde	Sarapiquí Heredia	102	63	No deter.	124	7,3	0,8	26

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas.

No deter: No determinado.