

Universidad de Costa Rica

Sede Occidente

Recinto de Grecia

GH0012 - Gestión Integral del Recurso Hídrico

Proyecto de investigación final

Tema: Determinación de la calidad del agua de tres nacientes y de la quebrada Calabazo en la Fundación Madre Verde, La granja, Palmares, Alajuela.

Profesor: Edwin Barrantes

Estudiante: José Darío Arguedas Carballo

Carné: B80611

Fecha de entrega: 22 de noviembre del 2019

Introducción

Actualmente existe una seria problemática entorno a la contaminación y escasez del recurso hídrico. Incluso en un país como Costa Rica, donde dicho recurso, al igual que muchos otros, es abundante, también se puede notar esta afectación. Al respecto, Calvo (2015) afirma que: “En la actualidad, las aguas residuales domésticas son descargadas a un alcantarillado sanitario o pluvial y, en última instancia, directamente a los cuerpos de agua superficial.” (p.158).

Esto refleja la importancia de los análisis y el monitoreo de la calidad del agua. Méndez et al. (2013) explican que “El monitoreo de la calidad del agua es fundamental para garantizar la seguridad de la misma para el consumo humano y vigilar los depósitos de agua en los ecosistemas, evitando así, su contaminación.” (p.5) Esto es lo que se quiere lograr en la investigación.

El lugar de estudio del proyecto es la Fundación Madre Verde (FMV), esta es “...una Organización No Gubernamental Ambiental, sin fines de lucro ubicada en la Región Occidental del Valle Central, específicamente en la provincia de Alajuela, cantón Palmares y en el distrito de La Granja” (Programa Bandera Azul Ecológica, 2016, p.2).

Asimismo, tiene una extensión de 40 hectáreas y es un lugar de suma importancia ambiental por su posición geográfica, puesto que forma parte del Corredor Biológico Montes del Aguacate, constituyéndose como hábitat de diversidad de especies de flora y fauna de la zona. Dentro de los objetivos de la organización se encuentra la protección de los recursos naturales y el recurso hídrico. (FMV, 2016).

El proyecto tiene como fin determinar la calidad del agua de la cuenca alta de la quebrada Calabazo que nace en la Fundación Madre Verde, específicamente el área de trabajo es un kilómetro de la quebrada, comenzando en la naciente de la misma; así como tres nacientes ubicadas en el mismo lugar y que forman parte de la quebrada. Para esto se llevarán a cabo monitoreos de macroinvertebrados bentónicos y análisis físico-químicos y microbiológicos del agua.

Justificación

Tanto la Fundación como un sector específico de la comunidad se van a beneficiar por los resultados obtenidos del trabajo. Por un lado, la Fundación no cuenta con datos ni conocimientos recientes sobre potabilidad ni la calidad del agua de la quebrada ni de las nacientes, por lo que esta investigación ayudará a comprobar si existe o no algún.

Por otro lado, fuera de la FMV existe una serie de viviendas que vierten sus aguas negras y grises directamente a la quebrada, y al mismo tiempo se abastecen de la misma sin ningún tipo de tratamiento. La investigación ayudará a determinar la calidad del agua que estos hogares están consumiendo.

De esta manera se puede exponer la problemática que se estará desarrollando. La directora ejecutiva de la Fundación Madre Verde Yendri Pamela Campos Chaves ha contribuido de gran manera a la realización del proyecto, siendo ella la persona que ha suministrado diferentes tipos de datos necesarios y ha explicado las problemáticas de la Fundación con respecto al recurso hídrico.

Pamela Campos comentó que la FMV tiene dentro de sus objetivos la protección de las fuentes de agua, debido a su importancia para el correcto equilibrio del ecosistema. Asimismo, indicó que las dos viviendas ubicadas dentro de la Fundación, así como el resto de las instalaciones, se abastecen por el agua captada de tres nacientes sin tratamiento previo. Sin embargo, esta situación está siendo abordada al utilizar pastillas de cloro para potabilizar el agua.

Planteamiento del problema: ¿Cuál es la calidad del agua de las nacientes y de la quebrada Calabazo en diferentes puntos de la misma?

Objetivos

Objetivo general: Determinar la calidad del agua de tres nacientes y de los primeros 700 metros de la quebrada Calabazo, comenzando en la naciente, para conocer el estado de contaminación de la misma, con el fin de fomentar la protección del recurso hídrico.

Objetivos específicos:

- Analizar la calidad físico-química y biológica del agua de la quebrada Calabazo en los cuatro puntos de muestreo establecidos y de las tres nacientes captadas.
- Comparar los resultados de la calidad del agua en los cuatro puntos de muestreo de la quebrada y en los tres tanques de las nacientes.

Metodología

En primer lugar, se visitó la FMV para determinar los puntos de la quebrada donde se trabajaría. Esto se realizó en conjunto con la delegada ejecutiva Yendri Pamela Campos Chaves. Se decidió dividir la quebrada en cuatro sitios, tres dentro de la Fundación y otro fuera. Esto con el fin de comparar los grados de contaminación a lo largo de la quebrada. Asimismo, se decidió realizar dos muestreos en total para comparar diferencias entre ellos.

El primer análisis de parámetros físico-químicos fue el 17 de octubre del 2019 y el primer muestreo biológico fue el 19 de octubre del 2019. En la segunda ocasión se realizaron ambas pruebas el día 5 de noviembre del 2019.

Se llevaron a cabo cuatro monitoreos de macroinvertebrados, uno en cada Sitio definido de la quebrada. Para ello se siguió la “metodología a” (ríos y quebradas con profundidades iguales o menores a 1 metro, y ancho igual o menor a 15 metros) descrita en el Artículo 13 del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, el cual dice lo siguiente: “Mecanismo de muestreo: muestra compuesta de tres sub-muestras con red de mano, cada una recolectada en un tiempo de 5 minutos. El muestreo se realiza con el desplazamiento por los micro hábitats identificados en el sitio, removiendo el fondo del río y colectando el material removido en la red”. (p.6)

Con respecto a los análisis de los parámetros físico-químicos, se utilizaron de diferentes legislaciones para conocer los parámetros que deben ser medidos y sus valores a cumplir. De acuerdo al Artículo 14 del Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales son los siguientes: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Potencial de hidrógeno, Grasas y aceites, Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos totales, Sustancias activas al azul de metileno y Temperatura. (p.2).

Además, en el Artículo 6 del Reglamento para la Calidad del Agua Potable se describe el control de calidad N1: “Los parámetros en este nivel son: coliformes termotolerantes (fecales), Escherichia coli, color aparente, turbiedad, olor, sabor, temperatura, pH, conductividad, y cloro residual libre o combinado”. (p.4)

Cabe mencionar que debido a la disponibilidad de los equipos de laboratorio se logró medir solamente: DQO, pH, Temperatura, Conductividad, Turbiedad, Oxígeno disuelto, Sólidos sedimentables, y Coliformes totales y e.coli. Igualmente, no se midieron todos los parámetros en cada sitio y nacimiento. En el primer muestreo (17 de octubre), por la misma razón de disponibilidad y préstamo de equipos, se midió el pH, Temperatura, Conductividad y Sólidos disueltos en cada sitio y nacimiento.

Para el segundo muestreo (5 de noviembre) en los Sitios 1 y 2 se midieron los mismos parámetros antes mencionados. En los Sitios 3 y 4 y las tres nacientes se midieron todos los demás parámetros con excepción de Sólidos sedimentables, el cual se midió solo en los Sitios 3 y 4.

Aunado a lo anterior, se consultaron distintas fuentes bibliográficas para la realización de los análisis y para analizar correctamente los resultados obtenidos, tanto para los parámetros de calidad, como para la identificación y clasificación de los macroinvertebrados.

Con respecto a los parámetros, se utilizó el Manual de laboratorio del curso Laboratorio de Calidad del Agua, Mora (2017) y el artículo Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica, Pérez-López (2015). Para los macroinvertebrados se utilizaron los artículos: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos, Hanson, Springer y Ramirez (2010) y Clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados de la cuenca del Ebro, Oscoz, Galicia y Miranda (2011).

Resultados obtenidos

- En el primer muestreo de parámetros físico-químicos (17 de octubre) (Ver anexos Cuadro 1), todos los sitios de la quebrada y las nacientes estaban dentro de los parámetros permitidos.
- En el primer muestreo de macroinvertebrados (19 de octubre) (Ver anexos Cuadro 2), de acuerdo con el índice BMWP-CR:
 - El Sitio 1 cuenta con aguas de calidad mala, contaminadas.
 - Los Sitios 1, 2 y 3 cuentan con aguas de calidad mala, muy contaminadas.
- En el segundo muestreo de parámetros físico-químicos, microbiológicos y macroinvertebrados (martes 5 de noviembre)(Ver anexos Cuadro 3 y 4):
 - Todos los sitios de la quebrada y las nacientes estaban dentro de los parámetros permitidos.
 - En la prueba de coliformes totales y e.coli, Los Sitios 3 y 4, así como las Nacientes 1 y 2, dieron positivo para coliformes totales y e.coli. (Ver anexos Figura 1 y 2).
 - De acuerdo con el índice BMWP-CR, Los Sitios 1 y 4 cuentan con aguas de calidad mala, muy contaminadas; y los Sitos 2 y 3 cuentan con aguas de calidad mala, contaminadas. (Ver anexos Figura 3).

Conclusiones

En cuanto a los parámetros físico-químicos, se puede observar que todos los sitios de la quebrada y las nacientes de agua, en ambas fechas de muestreo, cumplieron con los límites permitidos de los siguientes reglamentos: Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, Reglamento para la calidad del Agua Potable y Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales.

A pesar de que los puntos que sufren mayor impacto antropogénico, Sitos 3 y 4, también cumplieron con los parámetros de calidad, se logró apreciar una diferencia entre estos sitios y todos los demás. Si bien dicha diferencia no representa una variación en la calidad del agua, sí se puede observar un cambio entre el primer y último sitio, lo cual se puede interpretar como una afectación en las condiciones del agua.

Por otra parte, los resultados del índice BMWP-CR son contrarios a los anteriores. En este caso, todos los puntos de la quebrada cuentan con aguas de calidad mala. De manera más precisa, los resultados en ambos casos variaron entre “Aguas de calidad mala, contaminadas” y “Aguas de calidad mala, muy contaminadas”. Se puede rescatar que en el primer muestreo se presentaron lluvias fuertes el día anterior, por lo que pudo haber un barrido de los macroinvertebrados. Sin embargo, para el segundo muestreo no hubo influencia de ningún factor que pudiera cambiar la presencia de estos organismos.

Finalmente, en la prueba microbiológica se obtuvo un resultado positivo para coliformes totales y e.coli. La única muestra a la que no se pudo realizar la prueba fue la Naciente 3, debido a un derrame de la muestra al ser transportada. Esto refleja un dato alarmante pues en estas muestras se encuentran las nacientes usadas para consumo humano. Al mismo tiempo, el Sitio 4 fue la muestra que mostró peores condiciones de contaminación por presencia coliformes.

Recomendaciones

En primer lugar, un factor que influyó en gran medida para la investigación fue el tiempo disponible para realizarla, debido a que las fechas de muestreo fueron muy cercanas entre sí. Es recomendado realizar los mismos análisis de calidad de agua y muestreos de macroinvertebrados durante un periodo de tiempo más extenso, un año entero preferiblemente.

Paralelamente, es importante realizar muestreos tanto en la época seca como en la época lluviosa. En este caso, el periodo de lluvias pudo afectar las condiciones de la quebrada al arrastrar o disolver algunos contaminantes que pudieron estar presentes. Además, como se mencionó en el apartado anterior, existe una posibilidad de que las fuertes lluvias hayan afectado la cantidad de macroinvertebrados presentes.

Asimismo, luego de observar los resultados del índice BMWP-CR, se recomienda aumentar la cantidad y extensión de los sitios de muestreo, así como tomar otros puntos quebrada abajo. Esto con el fin de obtener resultados más precisos en la cuenca alta y reflejar diferencias significativas sobre la calidad del agua con respecto a las zonas más bajas y vulnerables.

Otra recomendación consiste en realizar todos los análisis contemplados en las distintas legislaciones. Dentro de los parámetros que no se lograron medir se encuentran las Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM). De esta forma, se puede conocer la presencia de detergentes en la quebrada, lo que hubiese sido de utilidad a causa de los vertidos de aguas grises y negras a la quebrada. Igualmente, el parámetro de Grasas y aceites (GyA) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_{5,20}) pudieron ser de ayuda para el mismo propósito, puesto que en ambos casos debería tener un valor alto.

Anexos

Cuadro 1. Resultados del primer análisis de parámetros físico-químicos.

Primer análisis de parámetros físico-químicos (17 de octubre del 2019)							
Parámetro	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Naciente 1	Naciente 2	Naciente 3
pH	7,10	6,98	6,8	6,66	6,75	6,9	7,4
Temperatura (C°)	20	19,2	20,1	20,8	20,7	20,9	23,5
Conductividad (µS/cm)	114,4	120,4	118,1	148,9	177	180,7	152,5
SD (mg/L)	60,2	63,1	62,1	78,2	92	93,1	77

Cuadro 2. Resultados del primer muestreo de macroinvertebrados.

Primer muestreo de macroinvertebrados (19 de octubre del 2019)											
Sitio 1			Sitio 2			Sitio 3			Sitio 4		
Familia	Puntaje	Resultado	Familia	Puntaje	Resultado	Familia	Puntaje	Resultado	Familia	Puntaje	Resultado
Hydrobiosidae	9	Total: 38	Perilestidae	9	Total: 32	Hydrobiosidae	9	Total: 30	Hydrobiosidae	9	Total: 28
Psephenidae	9		Aphelocheiridae	5		Simulidae	5		Odonata	5	
Gastropoda	3	Aguas de	Hydrobiosidae	9	Aguas de	Dytiscidae	5	Aguas de	Perilestidae	9	Aguas de
Gerridae	5	calidad mala	Leptophlebiidae	9	calidad mala	Perlidae	9	calidad mala	Baetidae	5	calidad mala
Pleidae	4	contaminada			muy contaminada	Baetidae	2	muy contaminada			muy contaminada
Plecoptera	9										

Cuadro 3. Resultados del segundo análisis de parámetros físico-químicos

*NA = No aplica

*NR = No realizado

Segundo análisis de parámetros físico-químicos (5 de noviembre del 2019)							
Parámetro	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
pH	8,08	7,85	7,34	7,31	7,28	7,2	7,33
Temperatura (C°)	19,6	19,4	19,9	21	20,5	20,5	22,5
Conductividad (µS/cm)	120,5	133,2	140,3	179,5	181	186,6	169,7
SD (mg/L)	38,5	42,2	44,1	56	56,5	58,5	52,1
S.Sed mg/L	NA	NA	0,01	0	NA	NA	NA
Turbiedad (NTU)	NA	NA	4,46	6,21	0,27	0,57	1,48
Oxígeno disuelto (mg/L)	NA	NA	6,3	6,3	8,9	8,5	7,6
Coliformes totales y E.coli	NA	NA	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	NR
DQO (mg/L)	NA	NA	16,2	15,6	NA	NA	NA

Cuadro 4. Resultados del segundo muestreo de macroinvertebrados.

Segundo muestreo de macroinvertebrados (5 de noviembre)											
Sitio 1			Sitio 2			Sitio 3			Sitio 4		
Familia	Puntaje	Resultado	Familia	Puntaje	Resultado	Familia	Puntaje	Resultado	Familia	Puntaje	Resultado
Dytiscidae	5	Total: 38	Tipulidae	5	Total: 47	Hydrobiosidae	9	Total: 33	Perlidae	9	Total: 23
Hydrobiosidae	9		Hydrobiosidae	9		Simuliidae	5		Hydrobiosidae	9	
Hydraenidae	5	Aguas de calidad mala	Libellulidae	7	Aguas de calidad mala	Dytiscidae	5	Aguas de calidad mala	Simuliidae	5	Aguas de calidad mala
Baetidae	5	muy contaminadas	Baetidae	5	muy contaminadas	Perlidae	9	contaminadas			muy contaminadas
Odonata	5		Platystictidae	7		Baetidae	5				
			Odonata	5							
			Perlidae	9							



Figura 1. Muestras de agua antes de aplicar la prueba de Coliformes totales y e.coli.



Figura 3. Muestras de agua antes de aplicar la prueba de Coliformes totales y e.coli.

***De izquierda a derecha: Naciente 1, Naciente 2, Sitio 3 y Sitio 4.**

NIVEL DE CALIDAD	BMWP'	Color Representativo
Aguas de calidad excelente.	>120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.	101-120	Azul
Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.	61-100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas.	36-60	Amarillo
Aguas de calidad mala, muy contaminadas.	16-35	Naranja
Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminadas.	<15	Rojo

Figura 3. Índice BMP

Referencias

- Guillermo, B. (2015). *Ríos: fundamentos sobre su calidad y la relación con el entorno socioambiental*. Cartago: Editorial tecnológica de Costa Rica.
- Hanson, P., Springer, M., y Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20080/20282>
- Méndez, C., Méndez, O., Méndez, J., Osórno, E., Otárola, K., Castillo, C., Vargas, L., Mattus, M., Osorno, E., Osorno, S., Carvajal, D., García, A., García, K y Osorno, A. UTILIZACIÓN DEL ÍNDICE BMWP'-CR PARA ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN QUEBRADA BARRO, MONTECILLOS DURANTE EL AÑO 2013. Recuperado de: <http://www.fod.ac.cr/globe/wp-content/uploads/2014/03/Colegio-Gregorio-Jos%C3%A9-Ram%C3%ADrez-Castro-GLOBE-2013.pdf>
- Oscoz, J., Galicia, D, y Miranda, R. (2011). Clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados de la cuenca del Ebro. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=502025>
- Pérez-López, E. (2015). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. Recuperado de: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000300003
- Programa Bandera Azul Ecológica. (2016). Informe final del Programa Bandera Azul Ecológica a Espacios Naturales Protegidos. Reserva Natural Madre Verde. Recuperado de: https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://fundacionmadreverde.org/wpcontent/uploads/2016/07/Informe-final-Bandera-Azul_Reserva-Natural-MadreVerde_19122016.pdf&hl=en
- Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. Decreto No 33601 de 4 de agosto del 2017.
- Reglamento para la calidad del Agua Potable. Decreto No 38924- de 29 de noviembre del 2018.
- Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales. Decreto No 33903 de 9 de marzo.