



Categoría: Health Sciences and Medicine

ORIGINAL

## Microorganisms in water for daily consumption on Luis Vargas Torres Island in the city of Esmeraldas

### Microorganismos en aguas de consumo diario en la Isla Luis Vargas Torres en la ciudad de Esmeraldas

Karen Carolina Chila García<sup>1</sup>  , Evelin Alexandra Zúñiga Sosa<sup>1</sup>  , José Manuel Piguave Reyes<sup>2</sup>  

<sup>1</sup>Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas. Carrera de Laboratorio Clínico. Esmeraldas, Ecuador.

<sup>2</sup>Investigador externo. Ecuador.

**Citar como:** Chila García KC, Zúñiga Sosa EA, Piguave Reyes JM. Microorganisms in water for daily consumption on Luis Vargas Torres Island in the city of Esmeraldas. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias. 2024; 3:558. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023558>

Enviado: 20-12-2023

Revisado: 16-03-2024

Aceptado: 20-06-2024

Publicado: 21-06-2024

Editor: Dr. William Castillo-González 

#### ABSTRACT

**Introduction:** microbiological analysis of water involves evaluating water quality in terms of identification and presence of pathogenic and non-pathogenic agents to ensure that the water is safe for daily human use and consumption.

**Objective:** to identify the microorganisms in the water for daily consumption in the families living on Luis Vargas Torres Island in the city and province of Esmeraldas.

**Method:** a cross-sectional quantitative analytical study was carried out on 121 water samples from reservoirs and taps selected through simple random probability sampling using sterile Whirl-Pak® bags with sodium thiosulfate for sample collection. In the laboratory analysis, the membrane filtration technique with a uniform diameter of 0.45 µm was used to obtain the bacteria on the surface of the membrane filter, which were inoculated in differential culture media for fungi and bacteria and in all cases the count was performed by the Most Probable Number (MPN) method. The final data were consolidated in an Excel table for the final elaboration of frequency tables and graphs.

**Results:** of the total samples analyzed, *E. coli* was identified in 20 %, *Salmonella* spp. 10 % and *Shigella* spp. 4 %; and total coliforms such as *Citrobacter* spp. and *Klebsiella* spp. present in 8 %, *Enterobacter* spp. in 6 % and *Pseudomona* spp. 2 % indicators of fecal contamination and fungi such as *Mucor* spp. represents 2 %, *Penicilium* spp. and *Aspergillus fumigatus* 3 % and *Alternaria alternata* and *Absidia* spp. 4 % and 5 % respectively.

**Conclusions:** research on microbiological water contamination in unplanned urban communities reveals the presence of pathogens and drinking water quality indicators, such as fungi, total coliforms, and species-specific species such as *E. coli*, *Salmonella* spp., and *Shigella* spp., indicating fecal contamination. These findings highlight the urgent need for sanitation and hygiene interventions in this community to effectively manage water quality and health risks.

**Keywords:** Water; Pollutants; Hygiene Practices; Sanitation.

#### RESUMEN

**Introducción:** el análisis microbiológico de agua implica evaluar la calidad del agua en cuanto a identificación y presencia de agentes patógenos y no patógenos para garantizar que el agua sea segura para el uso y consumo humano diario.

**Objetivo:** identificar los microorganismos en el agua de consumo diario en las familias habitantes de la Isla Luis Vargas Torres en la ciudad y provincia de Esmeraldas.

**Método:** se realizó un estudio de tipo analítico cuantitativo transversal en 121 muestras de aguas procedentes de reservorios y grifos escogidos mediante el muestreo probabilístico aleatorio simple empleando bolsas estériles de Whirl-Pak® con tiosulfato de sodio para la recolección de las muestras. En el análisis de laboratorio se utilizó la técnica de filtración de membrana con un diámetro uniforme de 0,45 µm para obtener las bacterias en la superficie del filtro de membrana, mismas que se inocularon en medios de cultivo diferenciales para hongos y bacterias y en todos los casos se realizó el recuento por el método del Número Más Probable (NMP). Se consolidaron los datos finales en una tabla de Excel, para la elaboración final de tablas de frecuencia y gráficas.

**Resultados:** del total de muestras analizadas se identificó *E. coli* en un 20 %, *Salmonella* spp. 10 % y *Shigella* spp. 4 %; y coliformes totales como *Citrobacter* spp. y *Klebsiella* spp. presentes en un 8 %, *Enterobacter* spp. en un 6 % y *Pseudomona* sp. 2 % indicadores de la contaminación fecal y hongos como *Mucor* spp, representa el 2 %, *Penicilium* spp. y *Aspergillus fumigatus* el 3 % y *Alternaria alternata* y *Absidia* spp. el 4 % y 5 % respectivamente.

**Conclusiones:** la investigación sobre la contaminación microbiológica del agua en comunidades urbanas no planificadas revela la presencia de patógenos e indicadores de calidad del agua de consumo, como hongos, los coliformes totales y de especies específicas como *E. coli*, *Salmonella* spp. y *Shigella* spp., indicando contaminación fecal. Estos hallazgos destacan la necesidad urgente de intervenciones de saneamiento e higiene en esta comunidad para gestionar efectivamente la calidad del agua y los riesgos de salud.

**Palabras clave:** Agua; Calidad Microbiológica; Microorganismos; Salud.

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define los determinantes sociales de la salud (DSS) como “las circunstancias en que las personas nacen crecen, trabajan, viven y envejecen, incluido el conjunto más amplio de fuerzas y sistemas que influyen sobre las condiciones de la vida cotidiana”, las cuales pueden ser altamente diferentes para varios subgrupos de una población y pueden dar lugar a diferencias en los resultados en materia de salud. Es posible que sea inevitable que algunas de estas condiciones sean diferentes, en cual caso se consideran desigualdades, tal como es posible que estas diferencias puedan ser innecesarias y evitables, en cual caso se consideran inequidades y, por consiguiente, metas apropiadas para políticas diseñadas para aumentar la equidad, lo que demanda implicaciones graves debido a que la pobreza repercute directamente sobre el acceso de vivienda digna, servicios, educación, transporte, y otros factores vitales para la salud y el bienestar en general.<sup>(1)</sup>

El acceso mundial a agua segura se establece como recurso esencial que rige la vida de las sociedades y civilizaciones e interfiere en los factores que inciden en el desarrollo social y humano de la ciudadanía, siendo vital para el hombre como fuente imprescindible para que la tierra produzca alimentos y es un constituyente interviene en la prevención de enfermedades. En este contexto, la OMS establece la ausencia de microorganismos en el agua potable para consumo humano que afecten la salud del consumidor, este parámetro se usa como guía de calidad del agua para crear reglamentos o normas nacionales.<sup>(2)</sup>

El estudio de la calidad microbiológica del agua es uno de los parámetros más importantes para evaluar, saber y garantizar si se destina al consumo humano en la población, ya que identifica los patógenos como bacterias coliformes, cuya presencia es un indicador de contaminación y permite una visión amplia de si desde los sistemas de distribución y/o almacenamiento se cumple con estándares de seguridad establecidos para el adecuado saneamiento.<sup>(3)</sup>

El análisis microbiológico de agua implica evaluar la calidad del agua para identificar la presencia de agentes patógenos y no patógenos para garantizar que el agua sea segura para el uso y consumo humano y el control de enfermedades mediante la vigilancia y el control de la calidad, contribuyendo a los efectos protectores de la salud pública, fomentando el mejoramiento de la calidad, cantidad, cobertura y costos de la continuidad de los suministros y prevención de patologías<sup>(2)</sup>. De hecho, los principales riesgos de salud asociados a los sistemas de abastecimiento de agua potable en las comunidades son de carácter microbiológico.

En Latinoamérica, el acceso de los servicios es fundamental para la distribución de la salud y el bienestar, es así como la OMS establece que un agua contaminada y una gestión inadecuada de los servicios de saneamiento ambiental conlleva a que el agua de millones de personas se vea afectada por agentes químicos y biológicos, mismo que se encuentra relacionado con la trasmisión de diversas patologías de origen parasitario, bacteriano, viral y hongos.<sup>(3)</sup>

En el Ecuador, si bien se ha incrementado el acceso de agua por red pública nacional hasta el 78 % de los hogares como se reporta en 2014, no se garantiza la calidad de este recurso, se conoce que el 83,4 % de las muestras tomadas en el marco de la estrategia anteriormente mencionada, incumplen con los criterios de

calidad definidos.<sup>(5)</sup>

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108- 2020 define los parámetros y valores referenciales que el agua debe cumplir para que sea de calidad. En estos documentos se impone al Ministerio de Salud como el organismo encargado del monitoreo y el análisis del agua. La norma INEN 1108 define al agua de consumo humano como un líquido vital usado para beber y diversas actividades domésticas, mismas que deben cumplir con requisitos físicos, químicos y microbiológicos para garantizar aceptabilidad para su consumo.<sup>(3)</sup>

En Esmeraldas, el 07 de junio del 2023, el Gobernador en turno de la provincia informó que existe un déficit del 67 % de acceso a agua potable y alcantarillado y explicó el racionamiento que se realiza del líquido vital. En la ciudad no hay agua potable las 24 horas y este es un problema con el que deben lidiar sus habitantes, convirtiéndose así en una población susceptible, a la cual se le adicionan sus condiciones socioeconómicas bajas y se vulnera el proceso de recolección y almacenamiento del agua.<sup>(6)</sup>

El sector de la Isla Luis Vargas Torres, ubicado en la parroquia, cantón y provincia Esmeraldas se encuentra delimitado por la vía de los puentes para el paso directo desde la ciudad hacia la parroquia Tachina y la salida hacia el sur del tráfico que se origina en el Puerto Marítimo. El desarrollo urbano de la provincia de Esmeraldas se ha producido sin la aplicación de normativa de uso del suelo y una ocupación arbitraria de los terrenos no urbanizables, afectando el medio ambiente y habitando lugares en donde no existe el acceso a servicios básico o si los hay, son de mala calidad y la población no los paga.<sup>(7)</sup> En la actualidad, es considerada como zona de alto riesgo de inundación; en el año 2023, en junio, por las alertas de la época invernal y el acercamiento del niño, se desarrolló el mapa de riesgo de inundación de la isla, validado y ajustado por la comunidad, en coordinación con las autoridades locales, en el que se establece que la llegada del fenómeno del niño puede desencadenar la creciente del río Esmeraldas aproximadamente 1,8 metros inundando 136,01 áreas, afectando a 1813 familias en 7252 personas.<sup>(8)</sup>

## MÉTODO

Se realizó un estudio de tipo analítico cuantitativo transversal en 121 muestras de agua fueron obtenidas de diversos tipos de fuentes de suministro y abastecimiento de agua potable en los hogares que accedieron a participar en la investigación. Estos suministros incluyeron grifos de agua potable, tanques de cemento con revestimiento lateral de concreto, tanques plásticos, canecas y baldes, así como cisternas de gran capacidad almacenamiento de líquido con estructuras de concreto armado, con los siguientes protocolos:

**Muestreo:** para la recolección de muestras, se emplearon bolsas estériles de Whirl-Pak® con tiosulfato de sodio, con una capacidad de 200 ml para muestras líquidas. Las muestras se mantuvieron en un cooler con temperatura controlada a 8°C durante un máximo de seis horas después de la recolección, antes de su procesamiento en el laboratorio.

**Análisis de laboratorio:** en el laboratorio, se utilizó la técnica de filtración de membrana con un diámetro uniforme de 0,45 µm. Esta técnica permite obtener las bacterias en la superficie del filtro de membrana, mismas que se inocularon en medios de cultivo diferenciales. Estos medios permitieron el desarrollo de colonias características de coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*.

Para el desarrollo e identificación de coliformes totales, se emplearon medios de cultivo como Agar MacConkey, Agar SS y Agar XLD. Estos medios fueron inoculados y posteriormente incubados a una temperatura de 37°C durante 24 horas. Por otro lado, para los coliformes fecales, se utilizaron los mismos medios de cultivos y se incubaron a 44 ± 0,5°C durante 18-24 horas, con una humedad del 100 %. En cuanto al cultivo y desarrollo de hongos, se utilizó Agar Sabouraud con antibiótico, incubado a 37°C durante 24 horas. En todos los casos, se realizó el recuento por el método del Número Más Probable (NMP).<sup>(9)</sup>

**Recolección de datos:** para la consolidación y análisis de los datos, estos fueron registrados en una final de Excel, para la elaboración final de tablas de frecuencia y gráficas.

## RESULTADOS

Se analizaron 121 muestras de agua, según lo expuesto en la Tabla 1, de los cuales 25 son del grifo, con crecimiento de gérmenes en 3 de las mismas, 30 de reservorios de cemento y 61 de reservorios de plásticos obteniendo crecimiento de bacterias y/u hongos en un 24 % y 55 % respectivamente y 5 de cisternas, siendo 1 positiva para la identificación de gérmenes.

De acuerdo con lo expuesto en la figura 1, del total de muestras analizadas, se evidenció crecimiento de bacterias como: *E. coli* en un 20 %, *Salmonella sp.* 10 % y *Shigella sp.* 4 %; y coliformes totales como *Citrobacter sp.* y *Klebsiella sp.* presentes en un 8 %, *Enterobacter spp.* en un 6 % y *Pseudomonas spp.* 2 %.

De igual forma, se realizó la identificación de hongos de los cuales según la Figura 2. *Mucor spp.* representa el 2 %, *Penicilium spp.* y *Aspergillus fumigatus* el 3 % y *Alternaria alternata* y *Absidia spp.* el 4 % y 5 % respectivamente.

Fuentes	Total	No. Muestras Negativas		N° Muestras Positivas	
	No.	No	%	No	%
Grifo	25	22	88	3	12
Reservorios de cemento	30	6	20	24	80
Reservorios de plásticos	61	6	9,84	55	90,16
Cisternas	5	4	80	1	20
Total	121	38	31,4	83	68,6

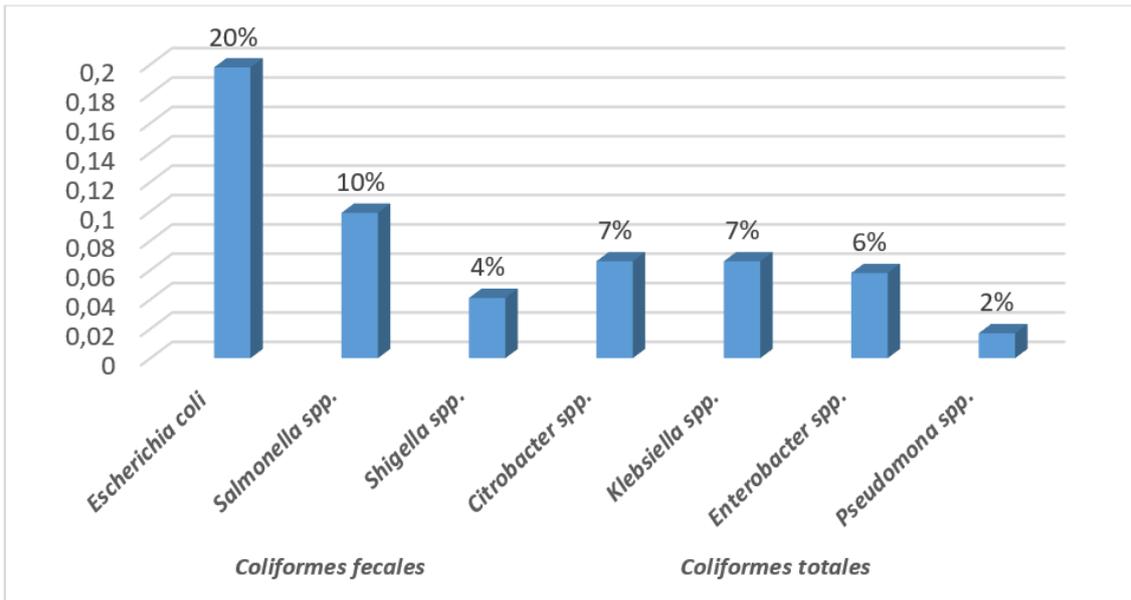


Figura 1. Bacterias identificadas

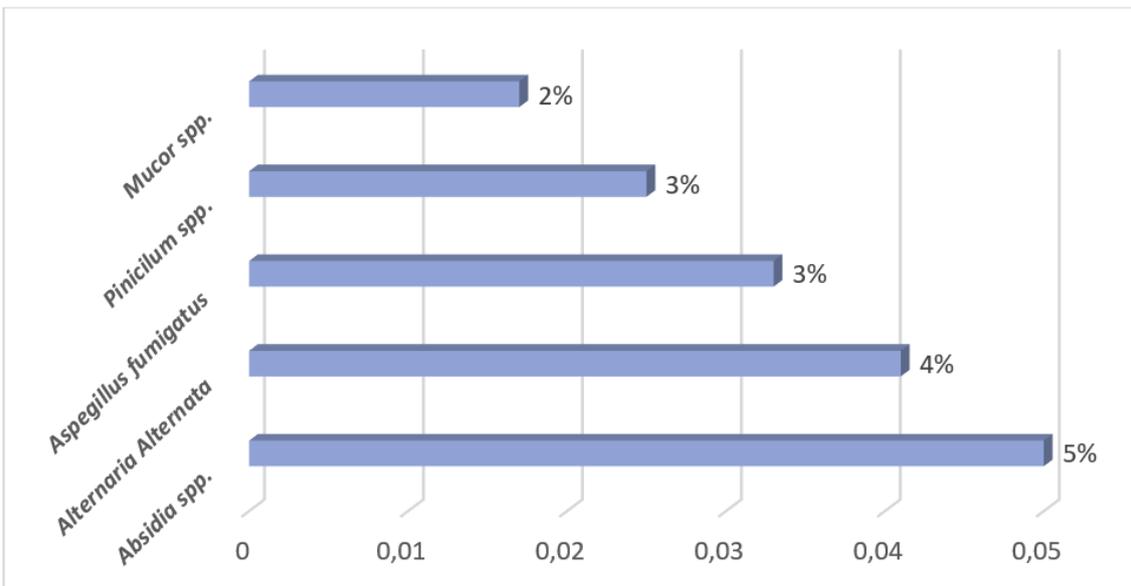


Figura 2. Hongos identificados

## DISCUSIÓN

En el ámbito urbano, únicamente el 76,9 % de la población tiene acceso a agua de calidad, suficiente y libre de microorganismos, mientras que en las zonas rurales este porcentaje desciende al 48,5 %. Es importante destacar que se ha observado un índice de calidad del agua significativamente menor en la región costera, alcanzando un 68,7 %, lo que indica un suministro de agua de calidad inferior en comparación con otras

regiones.<sup>(10)</sup> Estos hallazgos se correlacionan con los datos obtenidos en nuestro estudio, donde se identificó la presencia de coliformes fecales, como *E. coli* en un 20 %, *Salmonella sp.* en un 10 % y *Shigella sp.* en un 4 %. Además, se encontraron coliformes totales, como *Citrobacter sp.* y *Klebsiella sp.* presentes en un 8 %, *Enterobacter sp.* en un 6 % y *Pseudomonas sp.* en un 2 %, lo que sugiere una contaminación fecal en los sistemas de distribución intradomiciliaria.

De acuerdo con investigaciones realizadas por Corrales Lucía et al.<sup>(11)</sup> se ha observado una diversidad fúngica significativa en aguas contaminadas, lo que aumenta la predisposición a enfermedades. Algunas de las especies fúngicas identificadas incluyen *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Mucor spp.*, *Rhizopus spp.*, *Penicillium spp.* y *Fusarium spp.* Este desarrollo fúngico se atribuye a la presencia de aguas residuales en contacto con fuentes hídricas, como se ha observado en el sector de la Isla Luis Vargas Torres, donde la falta de acceso constante al agua ha llevado a la población a recurrir a fuentes hídricas naturales para satisfacer sus necesidades domésticas, como la limpieza del hogar, el uso del baño y la limpieza de la ropa.

Es importante señalar que el agua puede contaminarse durante su distribución antes de llegar al consumidor final, debido a contaminación cruzadas, roturas en las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas o durante la instalación de nuevas tuberías o reparaciones sin las medidas de seguridad adecuadas. En períodos de mayor contaminación de las fuentes de agua, es común observar fluctuaciones bruscas en la calidad microbiológica del agua, lo que puede aumentar el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y desencadenar brotes epidémicos.

## CONCLUSIONES

La investigación sobre la contaminación microbiológica del agua en comunidades urbanas no planificadas revela la presencia de patógenos e indicadores de calidad del agua de consumo, como los coliformes totales y de especies específicas como *E. coli*, *Salmonella spp.* y *Shigella spp.*, indicando contaminación fecal. Por otro lado, la presencia fúngica también se evidencia ya que la disponibilidad de agua es limitada y los habitantes de la isla se ven obligados a recurrir a fuentes hídricas contaminadas para cubrir sus necesidades básicas. El estudio identifica varios tipos de hongos, incluyendo *Aspergillus fumigatus*, *Mucor spp.*, *Absidia spp.*, *Penicillium spp.*, y *Alternaria alternata*. Estos hallazgos destacan la necesidad urgente de intervenciones de saneamiento ambiental e higiene en esta comunidad para gestionar efectivamente la calidad del agua y proteger la salud pública. La disponibilidad de datos precisos es fundamental para implementar estrategias de vigilancia innovadoras que aborden eficazmente los desafíos de salud en poblaciones vulnerables, apoyando así los objetivos del Plan Nacional de Salud relacionados con la promoción, prevención y atención integral de la salud comunitaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Panamericana de la Salud [Internet]. Washington. Determinantes sociales de la salud; 04 de marzo 2023 [citado 01 de abril de 2024]; Disponible de: <https://www.paho.org/es/temas/determinantes-sociales-salud>.
2. Venegas C MMCC. Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá (Colombia). *Revista Biosalud*. 2014 Dec;13(2):25-35.
3. Solange Aynara Sánchez Aroca, Guanasig Toapanta VH. Calidad Microbiológica del Agua de Consumo Humano: La realidad en el Ecuador. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*. 2023 May 29;4(2).
4. GINEBRA OMLS. 9243545035-spa.pdf. 1985;3.
5. Ecuador. Ministerio de Salud Pública. Documento Técnico: Plan Decenal de Salud 2022-2031. Acuerdo Ministerial 00083-2022 (2022 Jul 4).
6. Jonathan Machado. Frickson Erazo: El 67 % de Esmeraldas no tiene agua potable. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/esmeraldas-inunudaciones-frickson-erazo-emergencia/>. 2023 Jun 10.
7. Francisco Washington Pazmiño Méndez Msc S, Marlene Reyes Cabeza Msc L, Elizabeth Mercedes Cevallos Gorozabel Msc A, Washington Pazmiño Méndez F, Reyes Cabeza Elizabeth Mercedes Cevallos M. Incidencia en la calidad de vida del programa de vivienda para el asentamiento humano afroecuatoriano ubicado en la Isla Luis Vargas Torres de la parroquia Esmeraldas, Cantón y provincia Esmeraldas. Available from: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/12/asentamiento.html>

8. Betto Estupiñán. Inundaciones del mes de junio en Esmeraldas. Esmeraldas; 2023 Jun 10.

9. APHA 1989. Standard methods for the Examination of Water and Wastewater, 16ava. Ed. American Public Health Association, Washington, D.C.

10. Ecuador. Agencia de Nacional de Regulación, Control y Vigilancia., et al. Documento Técnico: Regulación- DIR-ARCA-RG-012-2022-Calidad-del-agua\_-signed. 2022;15-7.

11. Corrales LC, Sánchez LC, Quimbayo ME, Microorganismos potencialmente fitopatológicos en agua de riego proveniente de la cuenca media del río Bogotá. NOVA. 2018; 16 (29): 71-89.

### **FINANCIACIÓN**

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Chila García Karen Carolina, Piguave Reyes José Manuel, Zúñiga Sosa Evelin Alexandra.

*Curación de datos:* Piguave Reyes José Manuel, Zúñiga Sosa Evelin Alexandra.

*Análisis formal:* Chila García Karen Carolina, Piguave Reyes José Manuel, Zúñiga Sosa Evelin Alexandra.

*Adquisición de fondos:* Chila García Karen Carolina, Piguave Reyes José Manuel, Zúñiga Sosa Evelin Alexandra.

*Investigación:* Chila García Karen Carolina, Piguave Reyes José Manuel, Zúñiga Sosa Evelin Alexandra.

*Metodología:* Chila García Karen Carolina, Piguave Reyes José Manuel.

*Administración del proyecto:* Zúñiga Sosa Evelin Alexandra

*Recursos:* Chila García Karen Carolina, Piguave Reyes José Manuel, Zúñiga Sosa Evelin Alexandra.

*Redacción - borrador original:* Chila García Karen Carolina, Piguave Reyes José Manuel, Zúñiga Sosa Evelin Alexandra.

*Redacción - revisión y edición:* Chila García Karen Carolina, Piguave Reyes José Manuel, Zúñiga Sosa Evelin Alexandra.