

# ANÁLISIS CORRELACIONAL DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE CALCETA

## CORRELATIONAL ANALYSIS OF DRINKING WATER CONSUMPTION AND ITS IMPACT ON THE HEALTH OF THE INHABITANTS OF THE CITY OF CALCETA

Luisa Anabel Palacios López<sup>1</sup>, Victor Joel Pinargote Bravo<sup>2</sup>

{luisa.palacios@unesum.edu.ec<sup>1</sup>, vpinargote@espam.edu.ec<sup>2</sup>}

Fecha de recepción: 22 de noviembre de 2023/

Fecha de aceptación: 10 de enero de 2024/

Fecha de publicación: 31 de enero de 2024

**RESUMEN:** La investigación tuvo como objetivo evaluar la incidencia de la contaminación por coliformes fecales en agua de consumo humano, en la salud de la población de Calceta; Se inició la etapa técnica (de campo), con tres muestreos, sectorizados en ocho partes de la ciudad, se escogieron 11 puntos de la división realizada y otro punto a la salida de los reservorios de la EMAARS-EP. En la etapa de análisis se realizó el conteo de coliformes fecales mediante la técnica de número más probable, se comparó con los límites permisibles establecidos por la norma INEN para verificar si el agua cumple o no con dichos valores; los resultados evidencian que existen contaminación por coliformes fecales, de tal manera que en el primer monitoreo se obtuvo el 91.66% contaminadas, en el segundo monitoreo 66.66% contaminadas y en el último muestreo el total de muestras contaminadas fue de 75%. Para determinar la calidad de salud se efectuaron entrevistas a la población, apoyada con información estadística de centros de salud. Se evidenció que la calidad de salud de la población se encuentra afectada en un 23%, debido a la presencia de coliformes fecales, considerándola en nivel medio como índice de enfermedades diarreicas, finalmente se evidenció que las variables que guardan más relación con la presencia de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) son la cantidad de agua que los usuarios almacenan y su uso en la alimentación.

**Palabras clave:** Contaminación agua de consumo humano, salud, calidad del agua

**ABSTRACT:** The objective of the research was to evaluate the incidence of contamination by fecal coliforms in water for human consumption, on the health of the population of Calceta; The technical (field) stage began, with three samplings, divided into eight parts of the city, 11 points were chosen from the division carried out and another point at the exit of the EMAARS-EP reservoirs. In the analysis stage, the fecal coliform count was carried out using the most

<sup>1</sup>Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad del Sur de Manabí, Ecuador, ORCID: 0000-0002-9257-7557; +593990164998

<sup>2</sup>Carrera de Computación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López", Ecuador, ORCID: 0000-0003-0599-1651; +593985517973

probable number technique, it was compared with the permissible limits established by the INEN standard to verify whether or not the water complies with said values; The results show that there is contamination by fecal coliforms, in such a way that in the first monitoring 91.66% were contaminated, in the second monitoring 66.66% were contaminated and in the last sampling the total of contaminated samples was 75%. To determine the quality of health, interviews were carried out with the population, supported by statistical information from health centers. It was evidenced that the quality of health of the population is affected by 23%, due to the presence of fecal coliforms, considering it at a medium level as an index of diarrheal diseases, finally it was evidenced that the variables that are most related to the presence of Acute diarrheal diseases (EDAs) are the amount of water that users store and its use in food.

*Keywords: Contamination of water for human consumption, health, water quality*

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la contaminación de nuestro entorno está considerada como un serio problema que incluye varios aspectos como la salud pública. En éstas, un gran número de bacterias patógenas y virus, son descargados en cuerpos de agua dulce representando un riesgo para la salud por la propagación de enfermedades infecciosas (1). La baja calidad del agua sigue siendo una gran amenaza para la salud humana, como consecuencia sirve como vehículo de muchos microorganismos y sustancias patógenos al humano.

Las enfermedades diarreicas representan 4.3 % de la carga mundial total de años de vida ajustados en función de la discapacidad (2). Las observaciones indican que 88% de esa carga se puede atribuir al que afecta principalmente a los niños de los países en desarrollo, Aguiar et al., (3), argumentan que el agua es un recurso abundante en el continente americano, pero mal distribuido y de calidad cada vez más pobre, puede transmitir una gran cantidad de enfermedades peligrosas y hasta mortales, entre ellas las enfermedades diarreicas agudas, que constituyen uno de los principales problemas de salud en la población infantil.

El crecimiento bacteriano en los sistemas de almacenamiento y distribución de agua produce un deterioro del índice de calidad del agua, llegando a afectar su conformidad con las normas microbiológicas de calidad. La presencia de bacterias coliformes en el agua de consumo representa una amenaza potencial a la salud pública, y esto podría indicar que la desinfección no fue suficiente para eliminar todos los organismos patógenos.

La permanencia y posible crecimiento de microorganismos en las tuberías de la red son influenciadas por una variedad de condiciones ambientales, que incluyen las características físicas y químicas del agua, tiempo de operación del sistema, material de la red y la disponibilidad de los sitios aptos para la colonización, los cuales con frecuencia están localizados en secciones de flujo lento, porciones de tubería con agua estancada y áreas de tuberías con actividad corrosiva (4).

Cuando se utiliza como medio de eliminación de excretas y otros desechos orgánicos, el agua se convierte en un vehículo de transmisión para numerosos microorganismos, principalmente bacterias de origen intestinal. Es por esta razón que el control sanitario se realiza en función de la presencia de bacterias. Desde el punto de vista microbiológico, el examen de la calidad sanitaria del agua tiene por objetivo determinar la presencia de ciertos grupos de bacterias, que revelen una contaminación reciente por materia fecal o por materia orgánica. Durante más de medio siglo se ha empleado el grupo coliformes como un indicador del grado de contaminación y, por lo tanto, de la calidad sanitaria del agua (5).

Por lo tanto, un tratamiento eficiente debe producir agua sin bacterias coliformes, sin importar cuán contaminada haya estado el agua natural original. Sin embargo, aunque el agua reúna las condiciones de potabilidad al ingresar al sistema de distribución, puede deteriorarse antes de llegar al consumidor, ya sea por contaminación del mismo sistema de distribución o por manejo intradomiciliario deficiente, el cual se agrava por el almacenamiento en cisternas u otros depósitos (6).

Existen diversos factores que influyen en la calidad del agua que consume una población. Entre éstos se encuentran: la presencia o ausencia de fuentes de abastecimiento naturales de agua; la infraestructura de redes de almacenamiento y distribución de agua; los aspectos culturales y socioeconómicos que condicionan la aceptación o rechazo a ciertas formas de abastecimiento y potabilización de agua y, por último, factores políticos que afectan la normatividad relativa a la inversión en el desarrollo y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable (7).

En el cantón Bolívar, los asentamientos poblacionales a lo largo del río Carrizal han provocado que este cauce reciba descargas sin tratamiento de aguas servidas, además la falta de un adecuado manejo de los botaderos de basura incita a que grandes cantidades de desechos sean depositadas en estos cuerpos de agua (8).

La investigación evaluó la incidencia de la contaminación por coliformes fecales del agua de consumo humano, en la salud de la población de la ciudad Calceta, provincia de Manabí.

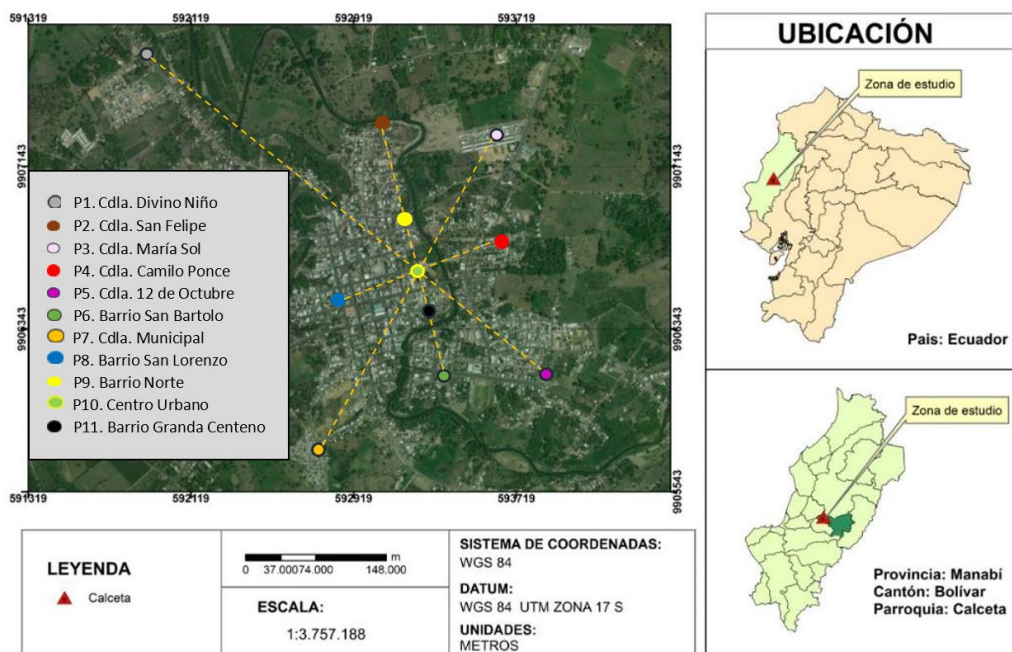
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación tuvo lugar entre septiembre 2013 y febrero 2014 en el casco urbano de la Ciudad de Calceta, ubicada en la cabecera cantonal del cantón Bolívar de la provincia de Manabí. El proceso para determinar la contaminación del agua de consumo por presencia de coliformes fecales se inició con la etapa técnica (de campo), para determinar los puntos de muestreos, se realizó un recorrido de patrón diagonal en el cual se sectorizó en ocho partes a la ciudad y se escogieron 11 puntos de la división y otro punto a la salida de los reservorios de la EMAARS-EP.

## ANÁLISIS CORRELACIONAL DEL CONSUMO DE AGUA PARA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE CALCETA

**Tabla 1:** Puntos de muestreo toma de muestra

P1-0.836719, -80.172878	Divino Niño
P2-0.839540, -80.163700	San Felipe
P3-0.838610, -80.157798	María Sol
P4-0.843991, -80.158059	Camilo Ponce
P5-0.850530, -80.156196	12 de Octubre
P6-0.849211, -80.161091	San Bartolo
P7-0.852262, -80.166230	Municipal
P8-0.846612, -80.168464	San Lorenzo
P9-0.842260, -80.165718	Barrio Norte
P10-0.844910, -80.164578	Centro urbano
P11-0.846462, -80.161978	Granda Centeno



**Figura 1:** Elección de puntos de muestra de agua en los diferentes barrios y ciudadelas

Se llevaron a cabo tres fases de monitoreo del agua en cada punto seleccionado durante la temporada seca, utilizando recipientes de plástico estériles para la recolección de muestras. Posteriormente, las muestras fueron transportadas al laboratorio de Microbiología Ambiental de la ESPAM MFL para su análisis, donde se llevó a cabo el recuento de coliformes fecales utilizando la técnica de NMP (número más probable).

Los resultados de las pruebas de laboratorio fueron analizados mediante histogramas, comparándolos con los límites permisibles establecidos por la norma INEN para verificar la calidad del agua con dichos estándares. Para evaluar el impacto en la salud de la población, se efectuaron

**ANÁLISIS CORRELACIONAL DEL CONSUMO DE AGUA PARA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE CALCETA**

24 preguntas divididas en 7 temas a 380 residentes de Calceta. Finalmente se complementó con información estadística obtenida de los centros de salud locales y se determinó la relación entre la calidad del agua de consumo humano y la salud de la población mediante un análisis correlacional de las variables que inciden con la presencia de EDAs en la ciudadanía de Calceta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la contaminación por coliformes fecales en el agua de consumo humano, mediante análisis microbiológicos: Los resultados de los análisis para coliformes realizados en 11 puntos (ciudadelas y barrios) de la ciudad de Calceta y uno en la EMARR-SP se muestran en el siguiente cuadro:

*Tabla 2: Análisis microbiológico para coliformes fecales en agua de consumo, Calceta, 2013*

Ciudadelas	1er. Muestreo	2do. Muestreo	3er. Muestreo	NMP/100 cm <sup>3</sup>	Máximo Permissible
	Octubre	Noviembre	Diciembre		Norma INEN
Divino Niño	16	0	16	ml	< 1.1
San Felipe	16	16	16	ml	< 1.1
María Sol	16	16	16	ml	< 1.1
Camilo Ponce	16	0	16	ml	< 1.1
12 de Octubre	16	16	16	ml	< 1.1
San Bartolo	16	16	0	ml	< 1.1
Municipal	16	16	0	ml	< 1.1
San Lorenzo	16	16	16	ml	< 1.1
Barrio Norte	16	0	16	ml	< 1.1
Centro urbano	16	16	16	ml	< 1.1
Granda Centeno	16	16	16	ml	< 1.1
EMAARS-EP	0	0	0	ml	< 1.1

Según los resultados se evidencia que el 87.9% de las muestras superan los límites establecidos en la norma la misma que indica un valor máximo permisible de coliformes fecales a 1.1 NMP/100 ml. De esta manera en el sector Divino niño se indica que los valores obtenidos dos de ellos no se encuentran dentro del valor máximo establecido por la norma esto posiblemente se deba a que la concentración residual del cloro en el agua sea inferior al valor establecido, en los puntos más alejados del sistema de distribución de agua provocando la resistencia de las bacterias y por ende su contaminación, estos resultados probablemente se deben a que muchos microorganismos proliferan en las redes de distribución de agua acumulándose en los sedimentos y movilizándose al aumentar el caudal de agua. En la ciudadela Camilo Ponce se evidencia que en el segundo muestreo se encuentra por debajo del valor establecido, aunque en las otras tomas sobrepasan los valores estos posiblemente este influenciado por el mal estado de las tuberías por donde circula este fluido que produce este tipo de contaminación. En la ciudadela 12 de Octubre los datos obtenidos sobrepasaron el límite permisible establecido para coliformes fecales, tanto en

el primer, segundo y tercer muestreo, dado que es una zona en la que se observa potreros y criaderos de animales, el abonado de tierras con estiércol o la presencia de otras fuentes de materia fecal derivadas de la ganadería intensiva podrían provocar la contaminación en este punto.

Por otro lado, en el sector de San Bartolo y barrio Municipal los valores alcanzados demuestran que en el primer y segundo muestreo los resultados sobrepasan el valor máximo permisible con más de 16 NMP/100 ml, mientras que el resultado del tercer muestreo tomados en diciembre (0 NMP/100 ml) indican la ausencia de este grupo indicador de contaminación fecal, considerando las múltiples actividades desarrolladas en este sector (lubricadores de automóviles) las cuales pueden liberar patógenos como microorganismos perjudiciales puede ser una fuente de contaminación al no poseer sistemas de disposición de residuos e instalaciones de drenajes adecuadas.

Mientras que en el barrio Norte en el mes de noviembre no presenta contaminación por coliformes, aunque en las otras dos tomas si se registran como contaminadas, esto podría estar asociado a la demanda de agua sobre todo para la agricultura o la actividad industrial, lo que puede afectar la presión en el sistema de distribución y, en consecuencia, la posible entrada de contaminantes por fugas en las tuberías o conexiones dañadas. De esta manera los resultados encontrados demuestran la contaminación en todos los puntos monitoreados en la Ciudad de Calceta.

Es importante mencionar que la muestra tomada en la planta EMAARS- EP arrojaron datos por debajo de los valores máximos permisibles, lo cual indicó el cumplimiento de la norma INEN, planteándose de esta manera que las anteriores suposiciones podrían entrar como razón de la contaminación en la zona de estudio.

Según Barahona y Tapia (8) esto se debe a que fuentes de agua potable pueden resultar contaminados por las aguas pluviales procedentes de carreteras, granjas y explotaciones ganaderas, vertidos de plantas de tratamiento de aguas residuales o vertidos de sistemas sépticos, mientras que Henry y Heinke (9) argumentan a lo antes dicho pronunciando que el mal estado de las interconexiones entre tuberías de agua y alcantarillado, así como la rupturas de cañería de acueductos y la contaminación de sistemas de abastecimientos de agua durante inundaciones o fallas temporales de una planta de tratamiento, pueden ser fuentes de contaminación así como el origen de brotes específicos de enfermedades. Así mismo Rubio et al. (10) indican que la diferencia entre la concentración de pH en contenedores de almacenamiento de agua además de la presencia de cañerías obstruidas o tuberías rotas afectan el agua en su trayecto de la fuente hasta su hogar.

Por otro lado, en un estudio realizado por Sardiñas et al. (11) argumentan que la mayor presencia de coliformes se observó en el verano debido a las altas temperaturas esta variable hizo que se incrementara el nivel de contaminación por coliformes en agua de consumo humano. Según la Organización Mundial de la Salud, desde el año 2015 solo el 89% de la población mundial tiene acceso a agua apta para consumo y se anticipa que este porcentaje continuará disminuyendo (12)

**ANÁLISIS CORRELACIONAL DEL CONSUMO DE AGUA PARA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE CALCETA**

debido a que el agua potable está amenazada por la continua contaminación que genera la actividad humana y por la disminución de los recursos hídricos como consecuencia del calentamiento global (13).

Determinación de la salud de la población: Más del 80% de encuestados aseguran que el agua que consumen no es limpia y que la que llega a sus hogares no es de buena calidad, considerando el olor, color y sabor de regular a malo, además las personas manifiestan que la proliferación de enfermedades está relacionada con el agua mencionando a la gastroenteritis y las enfermedades diarreicas como ejemplos de ellas (Tabla 3).

Los resultados manifestados por los pobladores demuestran la inconformidad con la calidad de agua que se consume diariamente la misma que sirve como vehículo de microorganismos patógenos al ser humano, provocando así el aumento de enfermedades hidráulicas.

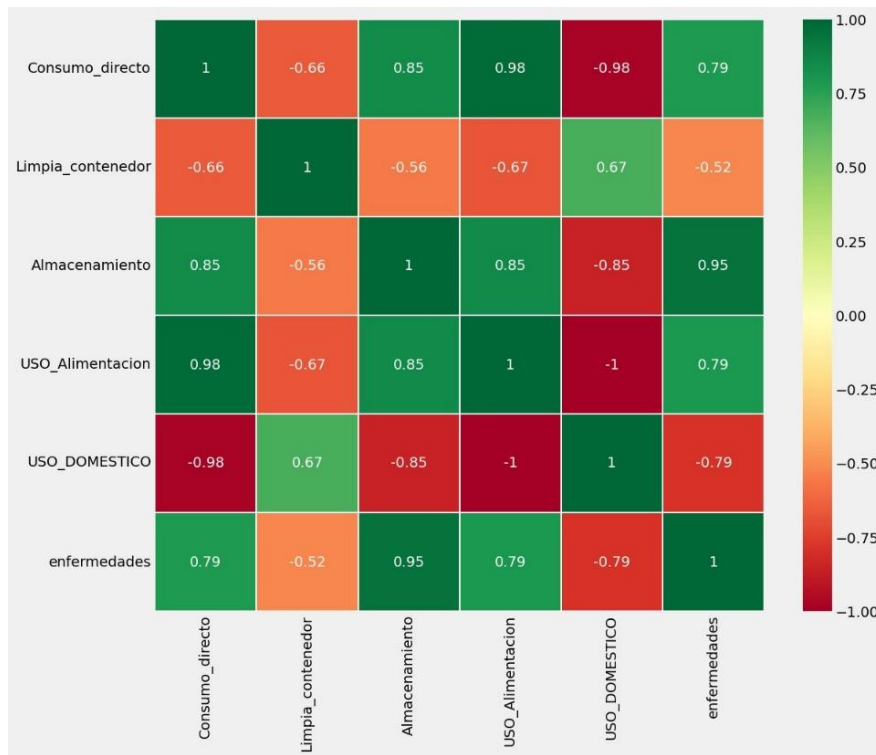
*Tabla 3: Resultados de Información de calidad de agua y salud*

<b>OPCIONES</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>No sabe</b>
¿Cree que el agua que consume es limpia?		309	72
<b>OPCIONES</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
¿Cómo es el agua que llega directamente del grifo con respecto al olor?	70	220	91
¿Cómo es el agua que llega directamente del grifo con respecto al color?	17	244	120
¿Cómo es el agua que llega directamente del grifo con respecto al sabor?	68	313	0
<b>OPCIONES</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
¿Ha habido enfermedades en la casa relacionadas con el consumo de agua?	235	146	

Luego de tabular la información obtenida de las encuestas se procedió a realizar una matriz de correlación de Pearson para identificar las variables que más influyen sobre la presencia de EDAs. En la figura 2 se puede evidenciar una fuerte correlación entre el consumo directo del agua y el uso en la alimentación (98%), esto básicamente debido a que la mayoría de las personas en la ciudad de Calceta usan el suministro de agua potable para preparar sus alimentos sin pasar por un proceso de purificación, por otro lado, la mayoría de personas que almacenan el agua la usan también para la alimentación, existen también correlaciones negativas con -1, esto se debe a que ciertas variables binarias fueron divididas para realizar análisis independientes por lo que son complementarias como es el caso de Uso en la alimentación y uso doméstico, podemos decir que el uso del agua para consumo en la alimentación influye en un 79% de que las personas de esta comunidad presenten EDAs y un 79% de que no presenten tales enfermedades a quienes les den uso doméstico.

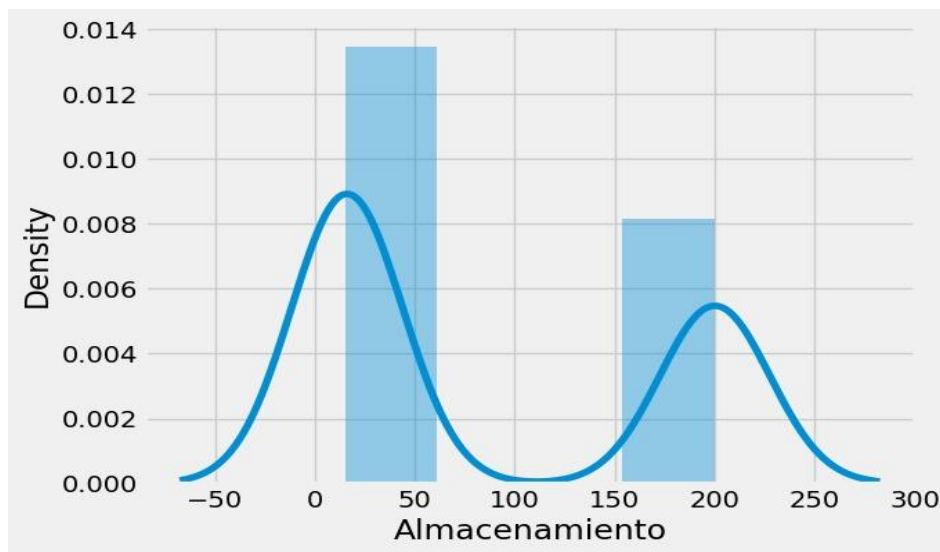


**ANÁLISIS CORRELACIONAL DEL CONSUMO DE AGUA PARA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE CALCETA**



**Figura 2:** Matriz de Correlación de Pearson con las variables más relevantes para la presencia de EDAs

La figura 3 evidencia que la población prefiere almacenar agua potable en contenedores pequeños (15 a 20 Litros) y grandes (200 litros) mientras que no almacenan agua potable en recipientes intermedias (bidones de 30-40 Litros) esto probablemente debido a que en estos recipientes son destinados a la compra de agua purificada en caso de no haber suministro de agua potable.



**Figura 3:** Diagrama de densidad de la variable de almacenamiento



## ANÁLISIS CORRELACIONAL DEL CONSUMO DE AGUA PARA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE CALCETA

La figura 4 muestra un análisis bivariable entre el almacenamiento de agua potable frente a la presencia de EDAs en la población analizada, se puede evidenciar que a mayor almacenamiento mayor es el riesgo de contraer EDAs, según Flores (14) esto se le puede atribuir a que la población se fía de la calidad del agua que se supone debería llegar a los diferentes hogares y no le aplican ningún proceso de descontaminación o tratamiento sanitario.

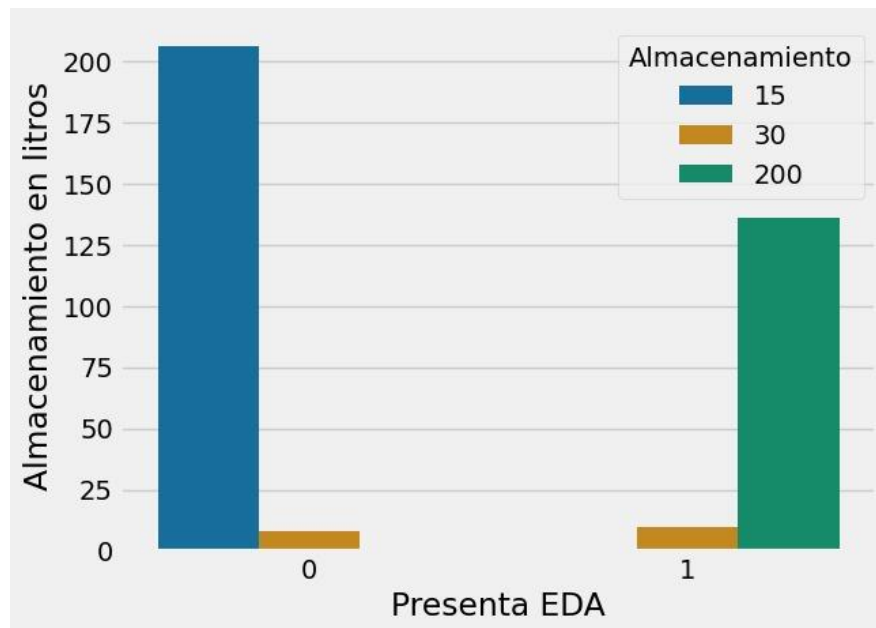


Figura 4: Análisis bi-variable entre la cantidad de agua almacenada y la presencia de EDAs

La Tabla 4 y 5 muestran la diferencias entre un mes y otro del crecimiento de esta enfermedad y las más sobresalientes comienzan por en el mes de enero del 2013 con 57 personas mientras que en el 2014 se reportaron 123 individuos esta incremento puede deberse al crecimiento poblacional además de la deficiente cobertura de los servicios de salud, el mes de marzo consta un registro de 223 pacientes a diferencia del año 2014 disminuyendo a 83 pacientes esto puede estar asociado las afectaciones asociados por contaminación del agua por desbordamientos de los sistemas municipales de alcantarillado y conducción de aguas pluviales urbanas y no puntuales según lo que indica la Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de Salud en su reporte de Inundaciones en Ecuador manifestó que la provincia de Manabí y varios Cantones como Bolívar se vio afectada por inundaciones fluviales y Calceta se mantuvo anegado por más de 48 horas colapsando los sistemas de saneamiento provocando la proliferación de enfermedades (15).

Según se aprecia en la figura 5 los valores tienen un descenso en los siguientes meses para cada año respectivamente, pero en octubre del 2013 se hace notable con 137 individuos que presentaron esta enfermedad y en el año siguiente fueron 66 con este caso.

Es importante mencionar que a pesar de que exista diferencias entre los distintos meses, entre el total de un año y el siguiente, la variación entre los casos no es tan considerable, ya que en el

**ANÁLISIS CORRELACIONAL DEL CONSUMO DE AGUA PARA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE CALCETA**

2013 el número de personas presentes con EDA fue de 1026 y en el año del 2014 fueron 1018 los casos encontrados, se puede evidenciar que del año 2013 al 2014 la presencia de EDAs se reduce un 0.779%, sumado a esto el 61,68% de la población encuestada confirma haber tenido casos de enfermedades diarreicas en su hogar, demostrando con esto que el agua que consumimos incide directamente en la salud provocando enfermedades y en este caso específico el de EDA, así lo demuestra autores como Bain et al. (16) mencionando que las tasas elevadas de morbilidad infantil por enfermedad diarreica aguda es un claro ejemplo de los resultados de la contaminación del agua además se estima que 1 800 millones de personas en el mundo consumen agua contaminada con heces fecales.

En países en vías de desarrollo como Ecuador existe una gran incidencia de la enfermedad en poblaciones con bajos niveles de higiene y saneamiento en el cual los agentes infecciosos son transmitidos por el agua (17). La sola presencia de Coliformes en agua de consumo representa un grave riesgo para los consumidores por lo que es imperativo que se tomen medidas como la inversión en infraestructuras de saneamiento, educación sobre higiene y monitoreo de la calidad del agua como pasos fundamentales para reducir la incidencia de enfermedades diarreicas agudas y de esta manera mejorar la salud y el bienestar de los habitantes.

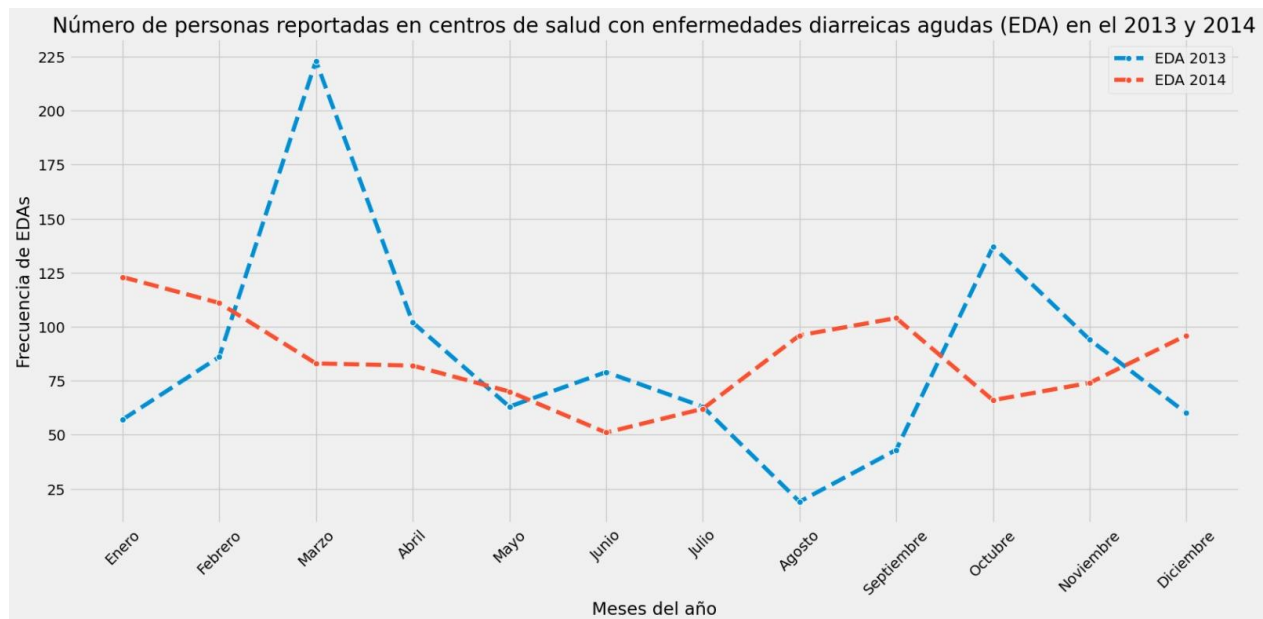
**Tabla 4:** Número de personas reportadas en centros de salud con enfermedades diarreicas agudas (EDA) en el 2013

Meses	Centro de salud	Centro de salud	Hospital	Centro de salud	Total
	San Bartolo	Inés Moreno	Anibal González	Matapalo	
Enero	9	11	36	1	57
Febrero	32	9	43	2	86
Marzo	27	45	144	7	223
Abril	21	17	54	10	102
Mayo	6	23	27	7	63
Junio	27	19	33	0	79
Julio	24	13	26	0	63
Agosto	8	11	0	0	19
Septiembre	17	26	0	0	43
Octubre	29	36	68	4	137
Noviembre	16	26	52	0	94
Diciembre	19	9	32	0	60
Total	235	245	515	31	1026

**ANÁLISIS CORRELACIONAL DEL CONSUMO DE AGUA PARA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE CALCETA**

*Tabla 5: Número de personas presentes con EDA- 2014*

Meses	Centro de salud	Centro de salud	Hospital	Centro de salud	Total
	San Bartolo	Inés Moreno	Aníbal Gonzáles	Matapalo	
Enero	14	29	77	3	123
Febrero	37	29	39	6	111
Marzo	22	33	26	2	83
Abril	31	24	27	0	82
Mayo	14	15	28	13	70
Junio	21	19	9	2	51
Julio	26	24	0	12	62
Agosto	25	54	5	12	96
Septiembre	29	43	6	26	104
Octubre	28	31	3	4	66
Noviembre	24	21	7	22	74
Diciembre	35	28	5	28	96
TOTAL	306	350	232	130	1018



*Figura 5: Serie temporal de la frecuencia de EDAs en los años 2013 y 2014*

## CONCLUSIONES

Se realizó un muestreo de tres etapas por cada punto determinado, el primer monitoreo obtuvo el 91.66% del total de muestras contaminadas; el segundo monitoreo el 66.66% resultó contaminado, mientras que en el tercer monitoreo, el índice de contaminación de las muestras

fue de 75%. Los resultados evidencian que existe contaminación por coliformes fecales en el agua de consumo humano de la ciudad de Calceta.

Se evidencia que la calidad de salud de la población de la ciudad de Calceta se encuentra afectada en un 23%, debido a la presencia de coliformes fecales, considerándola en nivel medio como índice de enfermedades diarreicas agudas.

Se evidencia que variables como el almacenamiento y el uso en la alimentación del agua entubada juegan un papel muy significativo en la presencia de enfermedades diarreicas agudas en la población de Calceta, la primera con un 92% de correlación y la segunda con un 79%.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron al desarrollo de este trabajo. En primer lugar, queremos agradecer a la empresa EMAARS-EP por su invaluable colaboración durante la realización de este estudio. Su compromiso con la mejora continua de la calidad del agua y el medio ambiente ha sido fundamental para el éxito de nuestra investigación.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento al personal del Laboratorio de Microbiología Ambiental de la ESPAM MFL por su dedicación y profesionalismo en la realización de los análisis microbiológicos necesarios para este estudio. Su experiencia y conocimientos han enriquecido significativamente nuestros hallazgos y contribuido al rigor científico de este trabajo.

Por último, agradecemos a todos los participantes y colaboradores que de una u otra manera contribuyeron al desarrollo de este proyecto. Su compromiso y entusiasmo fueron indispensables para alcanzar nuestros objetivos. Esperamos que este trabajo pueda servir como un aporte significativo al conocimiento científico en el campo de la microbiología ambiental y la gestión del agua.

Sin su apoyo y colaboración, este trabajo no habría sido posible. Estamos profundamente agradecidos por su contribución y compromiso con la investigación científica.

## **DECLARACIÓN DE INTERÉS**

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses en relación con este artículo. La empresa EMAARS-EP proporcionó apoyo para la realización de este estudio, pero no tuvo ningún papel en el diseño del estudio, la recopilación, análisis e interpretación de los datos, la redacción del manuscrito ni la decisión de enviarlo para su publicación. Además, el personal del Laboratorio de Microbiología Ambiental de la ESPAM MFL participó en la realización de los análisis microbiológicos necesarios para este estudio, pero no tienen ningún conflicto de intereses que pueda influir en la objetividad de los resultados presentados.

Todos los autores han revisado y aprobado la versión final del manuscrito antes de su envío.

## CONTRIBUCIONES DE AUTOR

Autor 1: Conceptualización, diseño del estudio, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito.

Autor 2: Recopilación de datos, análisis estadístico, revisión crítica del contenido intelectual.

Autor 1 y 2: Supervisión del proyecto, asesoramiento técnico, revisión y edición del manuscrito.

Autor 1: Realización de los análisis de laboratorio, recopilación y organización de los datos, revisión del artículo.

Autor 1 y 2: Contribuciones adicionales, revisión final del manuscrito antes de la presentación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cortes M. Importancia de los coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. *Rev Biomed.* 2003;14:121-123.
2. OMS (Organización Mundial de la Salud). Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1. 3ra edición. 2006. p. 398.
3. Aguiar P, Cepero J, Coutin G. La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en Cuba, 1996–1997. *Rev Panam Salud Publica.* 2000.
4. Sousa C, Colmenares M, Correia A. Contaminación bacteriológica en los sistemas de distribución de agua potable: Revisión de las estrategias de control. *Boletín de malariología y salud ambiental. Venezuela.* 2008;XIVIII.
5. Isaac A, Lezama C, Ku-Pech P, Tamay P. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. *Salud Pública Méx.* 1994;36(6):655-661.
6. Flores J, Suarez G, Puc-Franco M. Calidad bacteriológica del agua potable de la ciudad de Mérida, México. *Salud Pública Méx.* 1995;37(3):236-239.
7. Sánchez H, Vargas M, Méndez J. Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas. *Salud Pública Méx.* 2000;42(5):397-406.
8. Barahona M, Tapia R. Calidad y tratabilidad de aguas provenientes de ríos de llanura y embalses eutrofizados, caso de estudio: Carrizal – Chone, La esperanza [Tesis]. ESPE; 2010. Sangolqui, EC. p. 211.
9. Henry J y Heinke W. 1999. *Ingeniería Ambiental.* Prentice Hall. 2ed. MEX. p 800.
10. Rubio H, Balderrama L, Burrola E, Aguilar G, Saucedo R. Niveles de contaminación del agua potable en la cabecera municipal de Ascención, Chihuahua, México; 2015.
11. Sardiñas P, Rubalcaba S, Fernández M, Hernández Y, Pérez A. Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao (Cotorro, Cuba). *Higia Sanidad Ambiental* 6:202-206; 2006.
12. World Health Organization. *Drinking-water. Fact sheet.* New York: WHO; 2018.
13. Ripple W, Wolf C, Newsome T, Galetti M, Alamgir M, Crist E, *et al* World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *Bioscience*; 2017.

14. Flores V. Factores influyentes en la aparición de enfermedades diarreicas en niños menores de 5 años atendidos en el Centro de Salud Anidados Otavalo. Ecuador; 2016. p. 5-6
15. OPS/OMS. Informe de situación de inundaciones en Ecuador; 2013.
16. Bain R, Cronk R, Hossain R, Bonjour S, Onda K, Wright J, *et al.* Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review. *Trop Med IntHealth*; 2014.
17. Matute G, Morales N, Reyes J, Castro A. Prevalencia y causas que influyen en las enfermedades gastrointestinales en niños. Ecuador; 2023.