

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

INFORME “MONITOREO DE SALUBRIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, 2021”

Responsable: MSc. Elsa María Reyes Morales (*Jefe del departamento de investigación y calidad ambiental*); Rodrigo Morales (*Técnico de Investigación y Calidad Ambiental*)

I. INTRODUCCIÓN

El Departamento de Investigación y Calidad Ambiental –DICA-, de la AMSCLAE, realiza desde 2012 el monitoreo de salubridad de fuentes de agua para consumo humano, en el que se evalúan parámetros de calidad microbiológica y fisicoquímica del agua del lago con que se abastecen las municipalidades de San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán. Durante el 2021 se evaluaron los puntos donde las municipalidades de San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán bombean agua del lago para abastecer a sus pobladores.

II. OBJETIVOS

Determinar la calidad del agua en los puntos donde las municipalidades de San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán bombean agua del lago para consumo humano.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron muestras de agua en los puntos de muestreo ubicados en los municipios que bombean agua del lago (San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán) (Fig. 1) en los meses de julio y septiembre. Las muestras de agua se recolectaron siguiendo los procedimientos del POE-23 “Procedimiento para la recolección y transporte de muestras de agua para consumo humano y medición de parámetros *in situ*. Los parámetros *in situ* de pH, conductividad eléctrica -CE- y sólidos totales disueltos –TDS- se midieron con la sonda multi-paramétrica HACH HQ40.

El transporte de las muestras se realizó en cadena de frío a 10°C aproximadamente y fueron procesadas dentro de las primeras seis horas luego de su recolección, siguiendo los procedimientos establecidos en el POE-17 “Análisis microbiológico de aguas: método filtración por membrana”, empleando el sistema Petrifilm™ como medio para el aislamiento e identificación de coliformes totales y *E. coli*.

La normativa COGUANOR NTG 29 001 establece que, con el método de filtración por membrana, las bacterias coliformes y *E. coli* deben ser indetectables en 100 ml de agua para consumo humano (en los grifos). No obstante, la normativa no establece los límites para fuentes naturales de agua. La ausencia de las mismas se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es apta para el consumo humano. En este informe, así como en los anteriores, se analizan los resultados obtenidos para *E. coli*, debido a que estos microorganismos son más específicos que los coliformes totales para establecer la ocurrencia de contaminación fecal reciente, debido a su incapacidad de reproducirse y sobrevivir en ambientes naturales.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

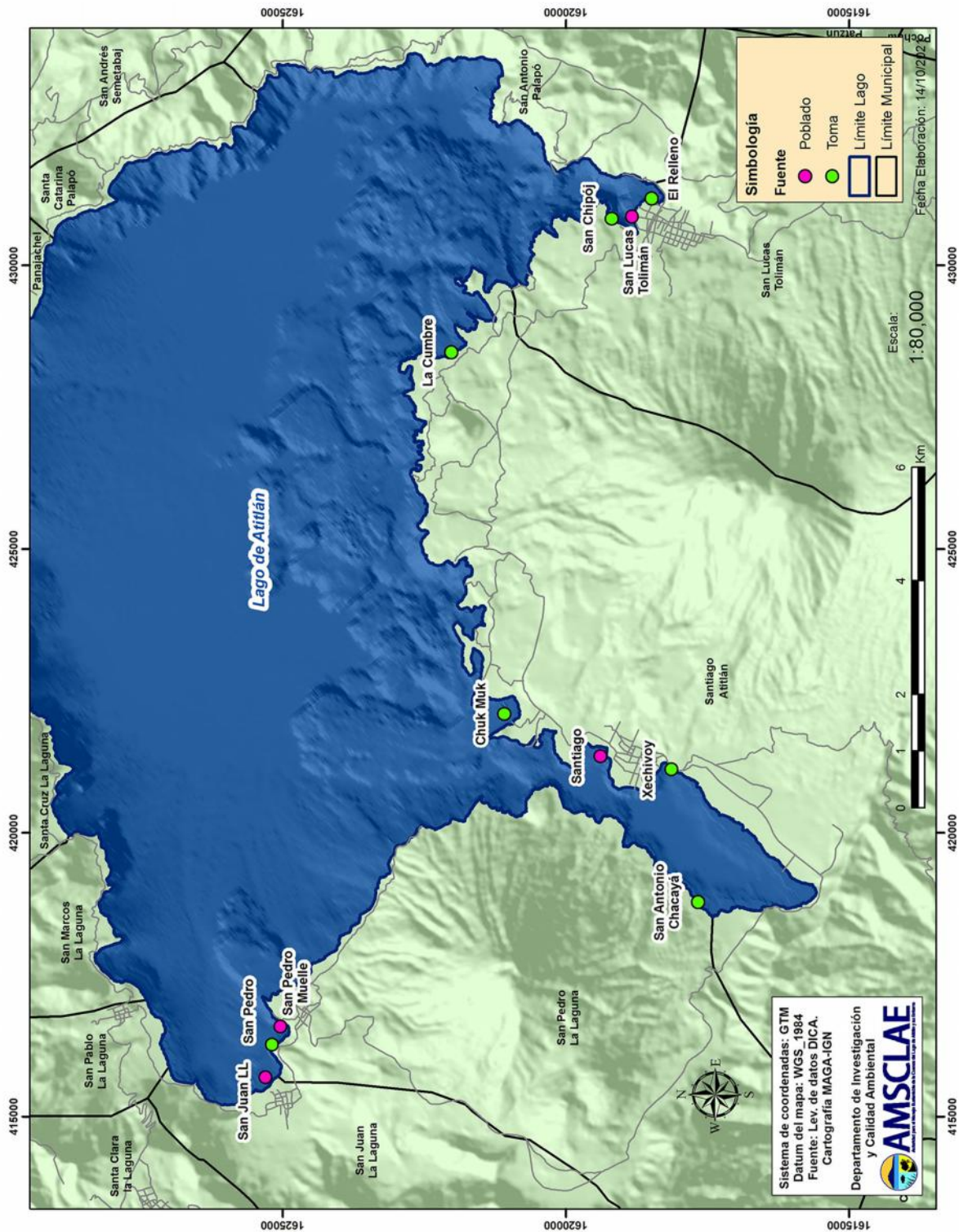


Figura 1. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo durante el 2021.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadros 1 y 2 se presentan los resultados en los monitoreos realizados durante el 2021. Las bacterias coliformes totales y *Escherichia coli* fueron reportadas en unidades formadoras de colonias -UFC- por 100 ml de agua filtrada (Cuadro 1). Los resultados de microbiología demuestran que existe una alta carga de bacterias coliformes y *E. coli* en la mayoría de los puntos muestreados. Sin embargo, se evidencia que existe una disminución de la carga bacteriana en la transición de la época seca a lluviosa (julio) en comparación con la época lluviosa (septiembre), esto se puede deber a que posiblemente existe un efecto de dilución por las lluvias.

Cuadro 1. Resultados de coliformes totales* (CT UFC/100 ml) y *Escherichia coli*** (EC UFC/100 ml), mayo y septiembre 2021.

Municipio	Fuente / Toma	Jul/2021		Sep/2021	
		CT*	EC**	CT*	EC**
San Pedro La Laguna	Toma San Pedro	600	100	600	0
	San Juan La Laguna Poblado	310	70	160	10
	San Pedro Poblado	1000	100	200	0
Santiago Atitlán	Toma San Antonio Chacayá	4	0	80	0
	Toma Xechivoy	500	0	100	0
	Toma Chuk Muk	40	0	60	0
	Toma La Cumbre	3	0	18	0
	Santiago Poblado	400	100	100	0
San Lucas Tolimán	Toma San Chipój	100	0	70	0
	Toma El Relleno	70	10	230	0
	San Lucas Tolimán Poblado	400	0	100	0

-Fuente: (DICA – AMSCLAE, 2021)

La toma de El Relleno (San Lucas Tolimán) presentó valores de 10 colonias por 100 ml considerándose este un valor bajo. La toma de San Chipój (San Lucas Tolimán) registró por primera vez a lo largo de los años valores de cero colonias, lo cual cumple con la norma COGUANOR a pesar que la normativa va dirigida para agua procedente de grifos. La toma de San Pedro La Laguna presentó valores de 100 colonias por 100 ml, este valor puede considerarse alto para la normativa para consumo humano (Fig. 2a). Las tomas de Santiago Atitlán registraron valores de cero colonias por 100 ml (Fig. 2c), igualmente por primera vez a lo largo de los años las tomas de San Antonio Chacayá y Xechivoy (Santiago Atitlán) registraron valores de 0 colonias por 100 ml (Fig. 2b).

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

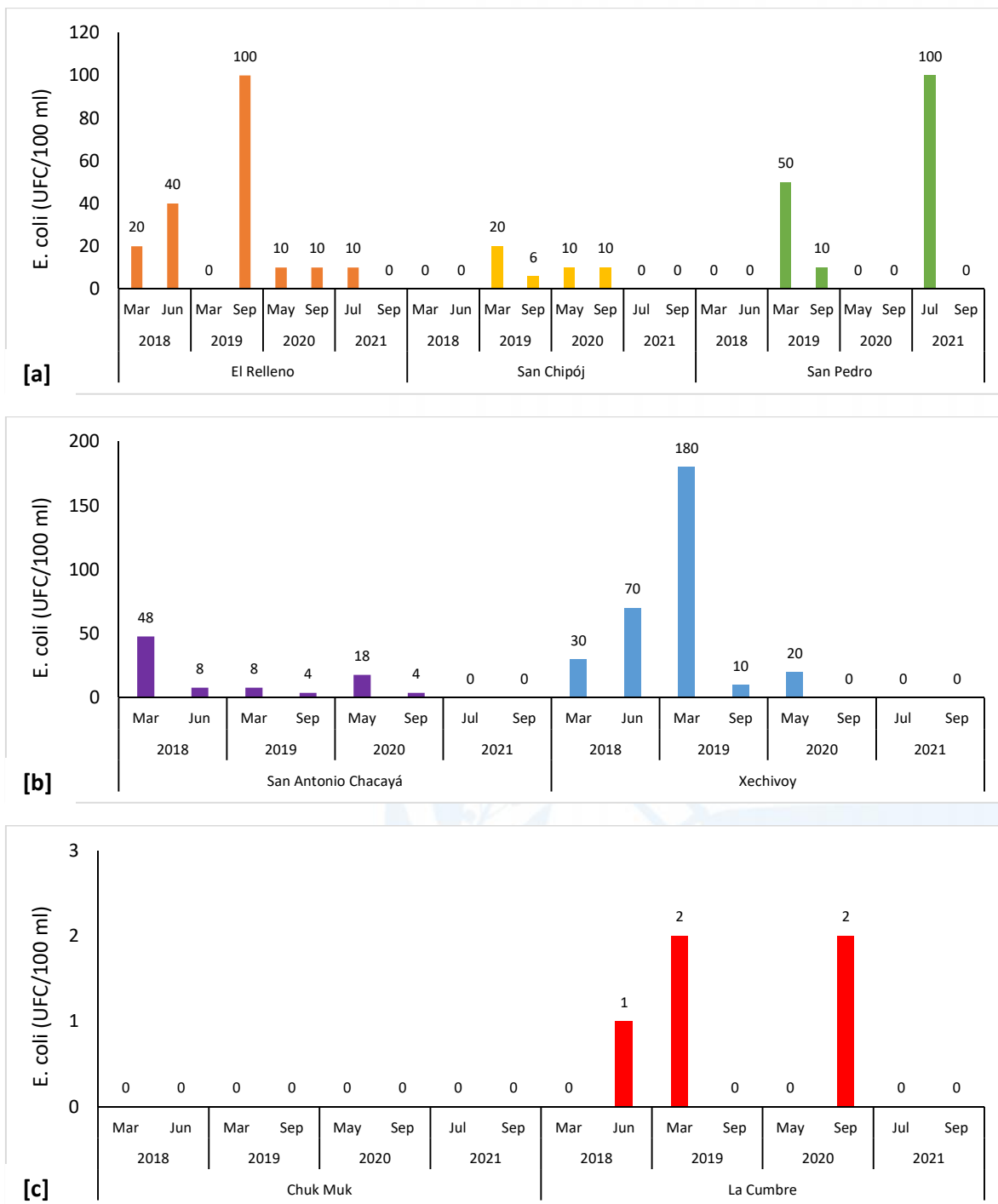


Figura 2. Variación temporal de *Escherichia coli* en las fuentes de agua para consumo humano en los municipios de San Lucas Tolimán (a), San Pedro La Laguna (a) y Santiago Atitlán (b y c). (Fuente: DICA/AMSCLAE, 2018 – 2021).

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

A pesar que los valores de coliformes totales y *E. coli* registrados en los puntos cercanos a los poblados fueron más alto que lo registrados en las tomas (Cuadro 1) no se pudo determinar si tienen un impacto significativo sobre la calidad de agua de las tomas de los municipios de San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán y San Pedro La Laguna (Fig. 3) ($U= 35.5, p = 0.081$). No obstante, se pudo observar que existe que hay una potencial carga de contaminación por infiltración en las zonas aledañas al lago Atitlán (*i. e.*, San Pedro La Laguna), además de la carga proveniente de la escorrentía superficial (*i. e.*, Santiago Atitlán).

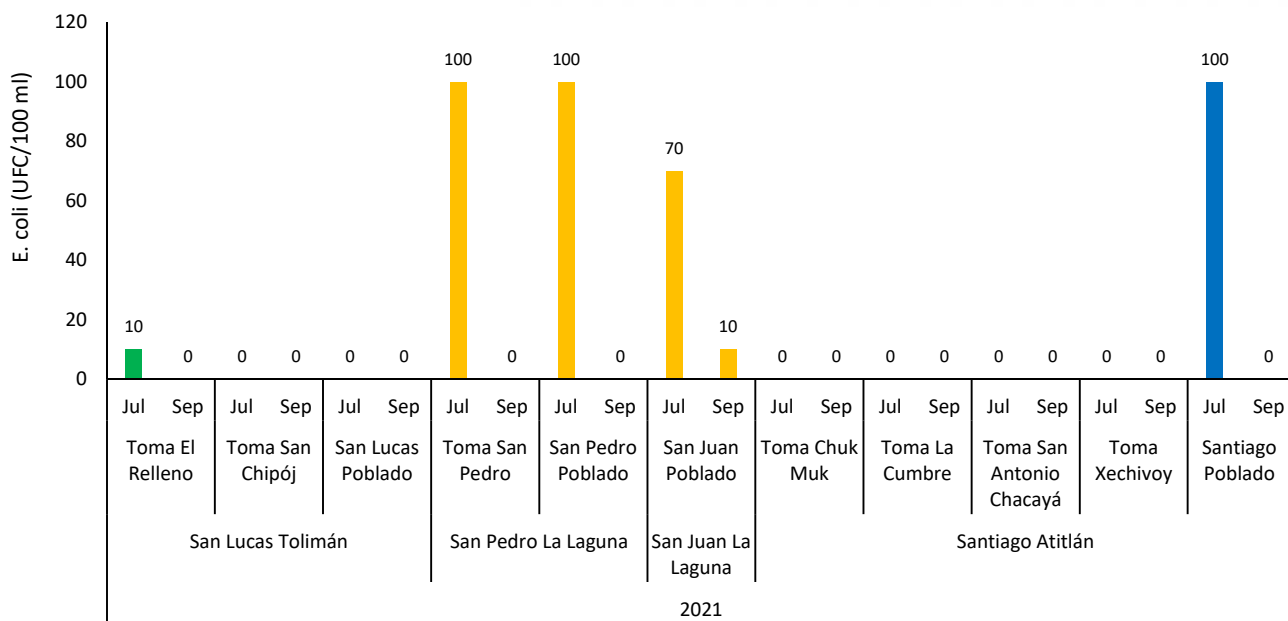


Figura 3. Comparación de concentraciones de *Escherichia coli* entre tomas de agua y poblados cercanos a las mismas (Fuente: DICA/AMSCLAE, 2021).

Los resultados de los análisis físicos se presentan en el cuadro 2. En el cuadro se incluyen los valores de referencia, con base en la Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29 001 aplicable a agua para consumo humano, de cada variable para comparar si cumplen los valores. Los resultados de pH demostraron que el lago es ligeramente básico, por lo cual no cumple con el límite máximo establecido por la norma COGUANOR que es de 8.5 unidades. Cabe mencionar que el pH para el primer monitoreo realizado en julio no se pudo registrar debido a que la sonda no se encontraba calibrada.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

Cuadro 2. Cumplimiento de los parámetros físicos y químicos de las tomas de los municipios estudiados, según la Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29 001.

Municipio	Jul/2021			Sep/2020		
	pH (6.5-8.5) ¹	CE (750-1500 μS/cm) ²	TDS (500-1000 mg/l) ²	pH (6.5-8.5) ¹	CE (750- 1500 μS/cm) ²	TDS (500-1000 mg/l) ²
San Pedro La Laguna						
Toma San Pedro	ND	474	229	8.78	470	227
San Juan La Laguna Poblado	ND	474	229	8.73	469	227
San Pedro Poblado	ND	474	229	8.76	469	226
Santiago Atitlán						
Toma San Antonio Chacayá	ND	472	228	8.77	466	225
Toma Xechivoy	ND	482	233	8.72	473	229
Toma Chuk Muk	ND	473	228	8.77	471	227
Toma La Cumbre	ND	473	228	8.74	470	226
Santiago Poblado	ND	475	229	8.81	472	228
San Lucas Tolimán						
Toma San Chipój	ND	473	228	8.73	468	226
Toma El Relleno	ND	467	226	8.82	463	223
San Lucas Tolimán Poblado	ND	474	228	8.59	469	226

¹ Límite máximo permisible, según la normativa 29 001.

(Fuente: DICA – AMSCLAE, 2021)

² Límite máximo aceptable – límite máximo permisible, según la normativa 29 001.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

V. CONCLUSIONES

El agua del lago Atitlán no es apta para consumo humano sin tratamiento previo. El monitoreo de salubridad registró que existe presencia de microorganismos pertenecientes al grupo coliformes (bacterias que no representan riesgo para la salud humana). Sin embargo, existe contaminación de actividades antropogénicas y naturales que pueden causar enfermedades por el consumo del recurso hídrico. Entre los patógenos que podemos mencionar están las bacterias como *E. coli*, protozoos, helmintos y cianobacterias (Aurazo, 2004).

El monitoreo de salubridad de fuentes de agua para consumo humano más que un control de la calidad del agua, debe servir como una herramienta para buscar soluciones y alternativas para las municipalidades ubicadas en el sur del lago, ya que la calidad del agua sin tratamiento alguno no es apta para consumo humano y representa un riesgo para la salud de las poblaciones que consumen de esta.

VI. RECOMENDACIONES

Las municipalidades son responsables de garantizar el establecimiento, funcionamiento y administración del servicio de abastecimiento domiciliario de agua potable (debidamente clorada) y sus correspondientes instalaciones, equipos y red de distribución (Decreto 12-2002). Por lo cual se recomienda a las municipalidades a mejorar los procesos de calidad y servicio del abastecimiento del agua distribuida en las poblaciones del municipio.

Se sugiere a las municipalidades la aplicación y seguimiento de las especificaciones técnicas contempladas en la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano en Guatemala estipuladas en el “Manual de especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano”, del acuerdo ministerial 523-2013 del Ministerio de Salud”.

Aplicar los sistemas de control y vigilancia continua con todos los componentes adecuados en los sistemas de abastecimiento de agua provenientes del lago Atitlán.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aurazo, M. (2004). Capítulo 2: Aspectos biológicos de la calidad del agua. En: Tratamiento de agua para consumo humano – *Plantas de filtración rápida*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente –CEPIS- y Organización Panamericana de la Salud –OPS-. Lima: CEPIS/OPS.
2. COGUANOR, NGO 29 001. (1999). Norma Guatemalteca Obligatoria: Agua Potable.
3. Congreso de la República de Guatemala. Decreto Número 12-2002. Código Municipal.
4. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Acuerdo Ministerial No. 523-2013. “Manual de especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano”.