

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

INFORME “MONITOREO DE SALUBRIDAD DEL LAGO ATITLÁN PARA USO RECREACIONAL”

Octubre, 2020

Responsables: MSc. Elsa María Reyes, Jefe de Investigación y Calidad Ambiental.

INTRODUCCIÓN

Desde 2012, el Departamento de Investigación y Calidad Ambiental -DICA- de la AMSCLAE, ha monitoreado la calidad microbiológica del agua del lago Atitlán para uso recreativo. Se han seleccionado playas frecuentadas por bañistas alrededor del lago. Para llevarlo a cabo dicho monitoreo, se ha establecido un protocolo de monitoreo con criterios de evaluación de calidad de aguas recreativas propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (OMS, 2000), y los *Métodos estandarizados para el análisis de agua y aguas residuales* (APHA/AWWA/WPCF, 1989), puesto a que en Guatemala sigue sin existir legislación en el tema.

Los programas para el monitoreo de sitios recreativos son planificados e implementados para identificar, caracterizar y minimizar el riesgo a la salud humana asociado al uso de aguas recreativas. La existencia de microorganismos patógenos en el agua se encuentra entre los riesgos adversos más importantes resultantes de la actividad recreativa, pudiendo ser encontrados en los cuerpos de agua provenientes de distintas fuentes: aguas residuales y pluviales, agricultura, crianza de animales y vida silvestre residente, o resultantes del impacto de los usuarios sobre el agua. Estos organismos pueden producir enfermedades gastrointestinales, infecciones respiratorias agudas, de la piel, ojos, oídos y garganta (OMS, 2000).

OBJETIVOS

- Determinar la calidad del agua de las playas con mayor frecuencia de visitantes en el lago Atitlán para uso recreativo.
- Realizar una vigilancia de la calidad microbiológica del agua de las playas utilizadas con fines recreativos alrededor del lago, mediante la planificación y ejecución de un programa estandarizado de monitoreo.



DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

MATERIALES Y MÉTODOS

El monitoreo de aguas recreativas incluye nueve sitios de muestreo en playas y dos puntos en las desembocaduras de los ríos San Francisco y Quiscab, todos ubicados en las orillas del lago Atitlán (Cuadro 1, Anexo 1). Durante 2020, se realizaron dos muestreos, el primero en mayo y el segundo en septiembre. Debido a las limitaciones por la pandemia COVID-19 no se pudo muestrear previo a semana santa ni posteriormente.

Cuadro 1. Sitios de muestreo, monitoreo salubridad de lago de Atitlán para uso recreacional.

Municipio	Punto	Coordenadas (GTM)		Profundidad de muestreo (m)
		X	Y	
Panajachel	Playa Jucanyá	429506	1629219	0.1
Panajachel	Playa Peña de Oro	430138	1629184	0.1
Panajachel	Playa Pública	428815	1629795	0.1
San Marcos La Laguna	Playa Cerro Tzankujil	418063	1627877	0.1
San Pablo La Laguna	Playa Las Cristalinas	415609	1626609	0.1
San Pedro La Laguna	Playa Dorada	419858	1622818	0.1
San Lucas Tolimán	Playa Pública	430860	1618833	0.1
San Antonio Palopó	Playa Pública	433437	1624572	0.1
Santa Catarina Palopó	Termales	431203	1627968	0.1

(Fuente: DICA-AMSLCAE, 2020)

En años anteriores, se aplicaba el criterio de la OMS (2000), que determinaba que en aguas de uso recreativo se deben recolectar muestras donde la profundidad llegue a la altura aproximada del pecho de un adulto estando de pie (1 m) y en profundidades someras para evaluar la calidad de los puntos donde los niños pequeños tienen contacto con el agua (0.1 m). En Los últimos años, los resultados obtenidos con este monitoreo demostraron que no existe diferencia significativa en la calidad del agua entre ambas profundidades (DICA-AMSLCAE, 2015 y 2016), por lo que durante 2020 el muestreo se realizó solamente a 0.1 m de profundidad.



DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

Todas las muestras fueron recolectadas en frascos estériles de 250 ml y transportadas en cadena de frío a 10°C aproximadamente. 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.

Las muestras fueron procesadas dentro de las primeras seis horas luego de su recolección. Se utilizó la técnica de filtración por membrana, empleando el sistema Petrifilm™ como medio para el aislamiento e identificación de coliformes totales y *E. coli*, las cuales son bacterias indicadoras de contaminación fecal.

Para establecer la comparabilidad de las concentraciones de microorganismos indicadores de contaminación fecal en diferentes regiones, es esencial el establecimiento del indicador que será analizado (coliformes totales o *E. coli*) (OMS, 2000). 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general todas las playas alrededor del lago Atitlán presentan valores considerables de coliformes totales y *E. coli*. En Panajachel, los recuentos de *E. coli* y coliformes totales en las playas de Jucanyá y la playa pública fueron bastante altos, en comparación a la playa de Peña de Oro (Fig. 1). La cercanía a la desembocadura del río San Francisco y la mayor afluencia de visitantes, puede afectar y comprometer la calidad del agua para uso recreacional de las playas de Panajachel. Esto también se puede observar al comparar los datos de Panajachel con los municipios de San Pedro, San Marcos y San Pablo La Laguna, donde los recuentos no sobrepasan los 700 coliformes totales y 30 de *E. coli* (Fig. 2 – 4). Esto evidencia el impacto que tienen los ríos San Francisco y Quiscab en la calidad de agua microbiológica en el lago Atitlán y en potencial riesgo que puede representar a las comunidades que usan el agua del lago para uso recreacional o para consumo humano.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

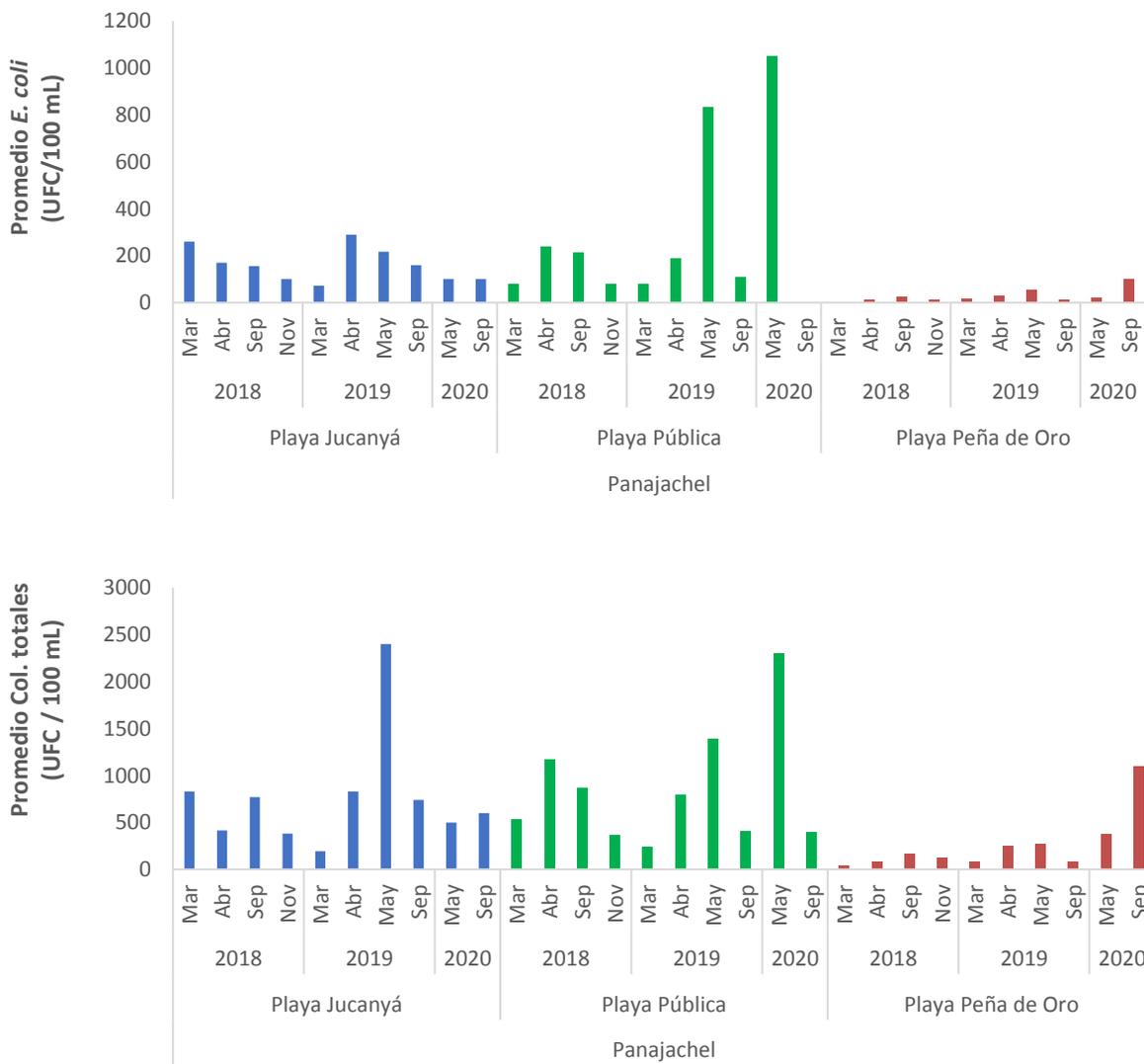


Figura 1. Variación espacial y temporal de *E. coli* y coliformes totales en las principales playas de Panajachel. (Fuente: DICA/AMSCLAE, 2020).

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

Los recuentos de coliformes totales y *E. coli* en San Antonio Palopó y Santa Catarina Palopó fueron altos (Fig. 2). La presencia de coliformes y *E. coli* en ambos sitios puede estar asociado a descargas de aguas residuales sin tratamiento. A pesar que Santa Catarina Palopó tiene planta de tratamiento, la cobertura no es suficiente para reducir el impacto de las aguas residuales en las áreas para uso recreacional.



Figura 2. Variación temporal de *E. coli* y coliformes totales en San Antonio Palopó (verde) y Santa Catarina Palopó (anaranjado). (Fuente: DICA/AMSCLAE, 2020). MNPC (Muy numerosas para contar) ND (No Data).

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

En San Lucas Tolimán los recuentos de *E. coli* y coliformes totales fueron mayores a 100 colonias. En San Pedro La Laguna los valores de coliformes estuvieron por debajo de 100 colonias, excepto en mayo y septiembre del 2019 y 2020, respectivamente. Estas variaciones de coliformes totales en ambos sitios (Fig. 3), puede estar asociada a las condiciones ambientales, escorrentía pluvial, dilución de la carga microbiana durante la temporada lluviosa, entre otras. Para establecer el efecto que tiene la estacionalidad en estas localidades es necesario incrementar el número de muestreos.

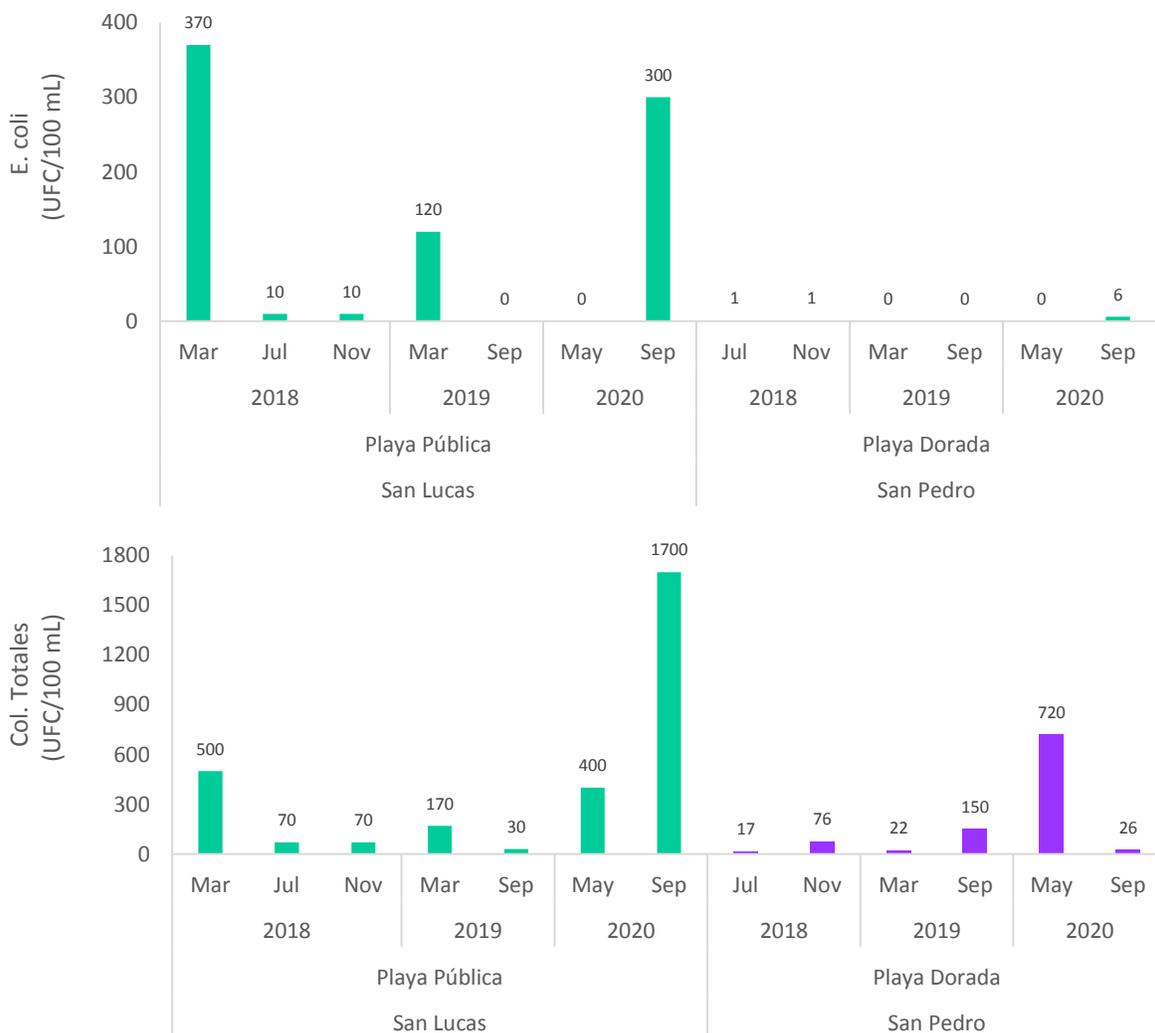


Figura 3. Variación temporal de *E. coli* y coliformes totales en San Lucas Tolimán (verde) y San Pedro La Laguna (morado). (Fuente: DICA/AMSCLAE, 2020).

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

En San Marcos La Laguna y San Pablo La Laguna los recuentos de *E. coli* y coliformes totales estuvieron por debajo de las 100 colonias, excepto mayo 2020 en ambos sitios (Fig.4). La baja carga microbiológica en estos dos sitios puede estar asociada a que ambos sitios se encuentran alejados de las zonas urbanas por lo que el impacto por aguas residuales es mínimo. No obstante, no están exentos al impacto de la temporada lluviosa y el arrastre de aguas con altas carga de heces fecales, pues en ambos sitios se observa un incremento en algunos meses de la temporada lluviosa.



Figura 4. Variación temporal de *e. coli* y coliformes totales en San Marcos La Laguna (amarillo) y San Pablo La Laguna (morado). (Fuente: DICA/AMSCLAE, 2020).

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

Los resultados de las desembocaduras del río San Francisco y Quiscab fueron mucho más altos (> 10,000) que el resto de los sitios de muestreo. El río San Francisco presentó valores mayores al río Quiscab (Fig.5). Algunos datos no fueron posible obtener, debido a que las muestras no se diluyeron lo suficiente y el número de colonias eran muy numerosas para poder contar. A pesar que el río Quiscab tiene un mayor caudal, el río San Francisco tiene una mayor carga microbiana, y podría deberse a la descarga de aguas residuales de la planta de tratamiento de Cebollales o que haya un efecto de dilución.

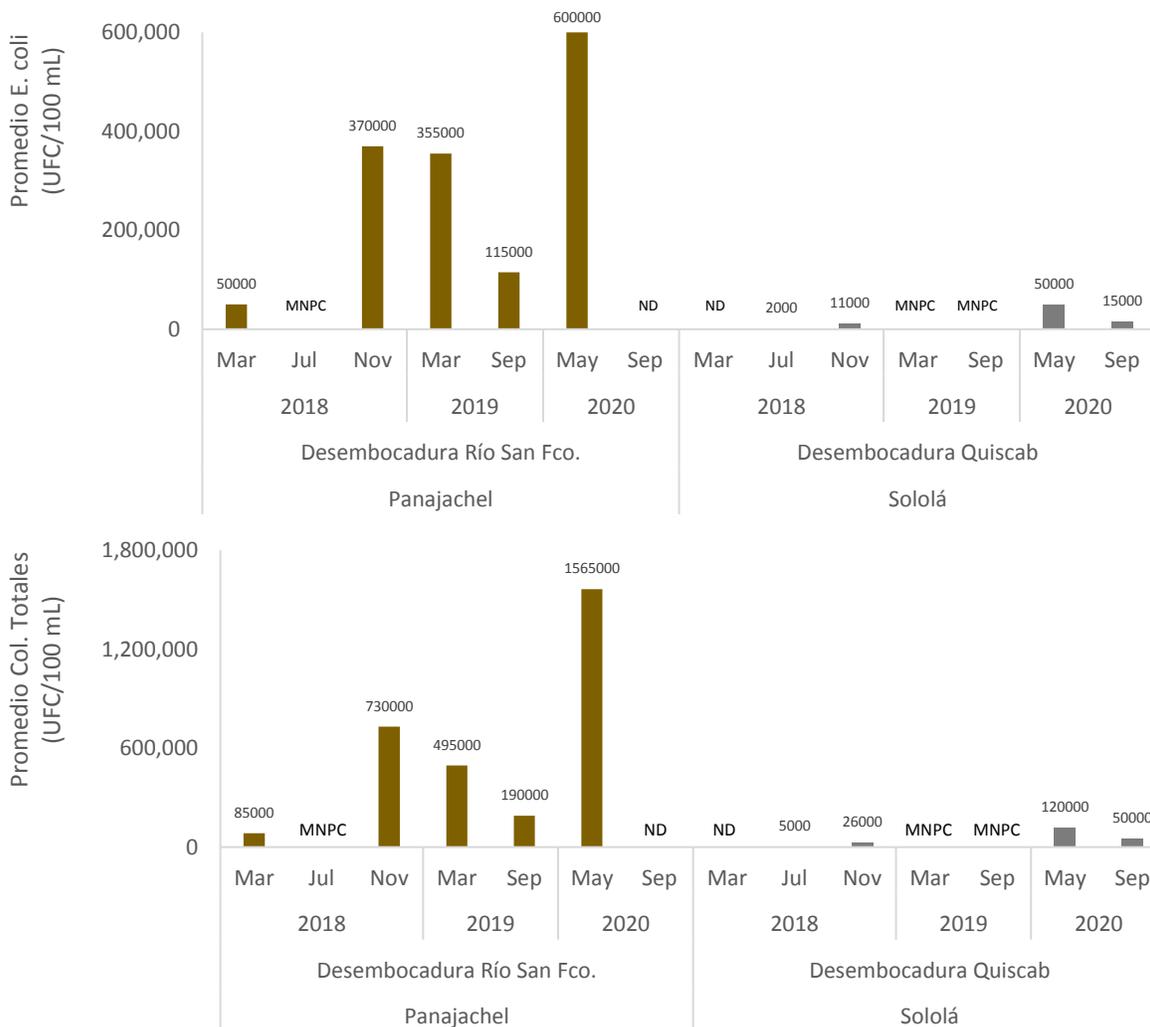


Figura 5. Variación temporal de *E. coli* y coliformes totales en la desembocadura del río San Francisco (cafe) y Quiscab (amarillo). (Fuente: DICA/AMSCLAE, 2020). No Data (ND). Muy numerosas para contar (MNPC).

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

Con los resultados obtenidos de los muestreos realizados en las playas públicas ubicadas a la orilla del lago Atitlán, se realizó un análisis de percentiles para evaluar el nivel de riesgo basados en las condiciones de exposición. En el cuadro 2, se puede observar que durante el 2020 todas las playas cumplieron con ambos criterios de la OMS, el percentil 50 y 90 de la OMS establece 100 y 1000 UFC por 100 ml y durante el 2020, el percentil 50 y 90 de los resultados obtenidos estuvo alrededor de 20 y 400 UFC por 100 ml, respectivamente. No obstante, se considera que en algunas playas públicas los recuentos de *E. coli* fueron bastante elevados (ej., Panajachel, Santa Catarina Palopó y San Antonio Palopó), por lo que se deben tomar medidas de saneamiento para evitar problemas de salud, principalmente en niños menores de 5 años y adultos mayores.

Cuadro 2. Percentiles 50 y 90 obtenidos para *E. coli* (UFC/100 ml), análisis de agua en playas públicas ubicadas a la orilla del lago Atitlán, 2020.

Percentil	Resultados del año 2020	Criterio OMS* (UFC/100 ml)
50	20	100
90	400	1000

*OMS, 2000.

Fuente: DICA – AMSCLAE, 2020

La figura 6 se resume la calidad del agua de las playas públicas ubicadas en las orillas del lago Atitlán en los municipios de San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, San Pedro La Laguna, Santa Catarina Palopó y Panajachel. El cuadro 4 esquematiza el criterio utilizado para categorizar las playas según la calidad de sus aguas.

Cuadro 3. Criterio utilizado para categorizar las playas según la calidad del agua.

Clave	Criterio
	El 90% de las muestras tuvo una concentración mayor a 1000 UFC y el 50% mayor a 100 UFC.
	El 90% de las muestras tuvo una concentración menor a 1000 UFC y el 50% mayor a 100 UFC.
	El 90% de las muestras tuvo una concentración menor a 1000 UFC y el 50% menor a 100 UFC.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

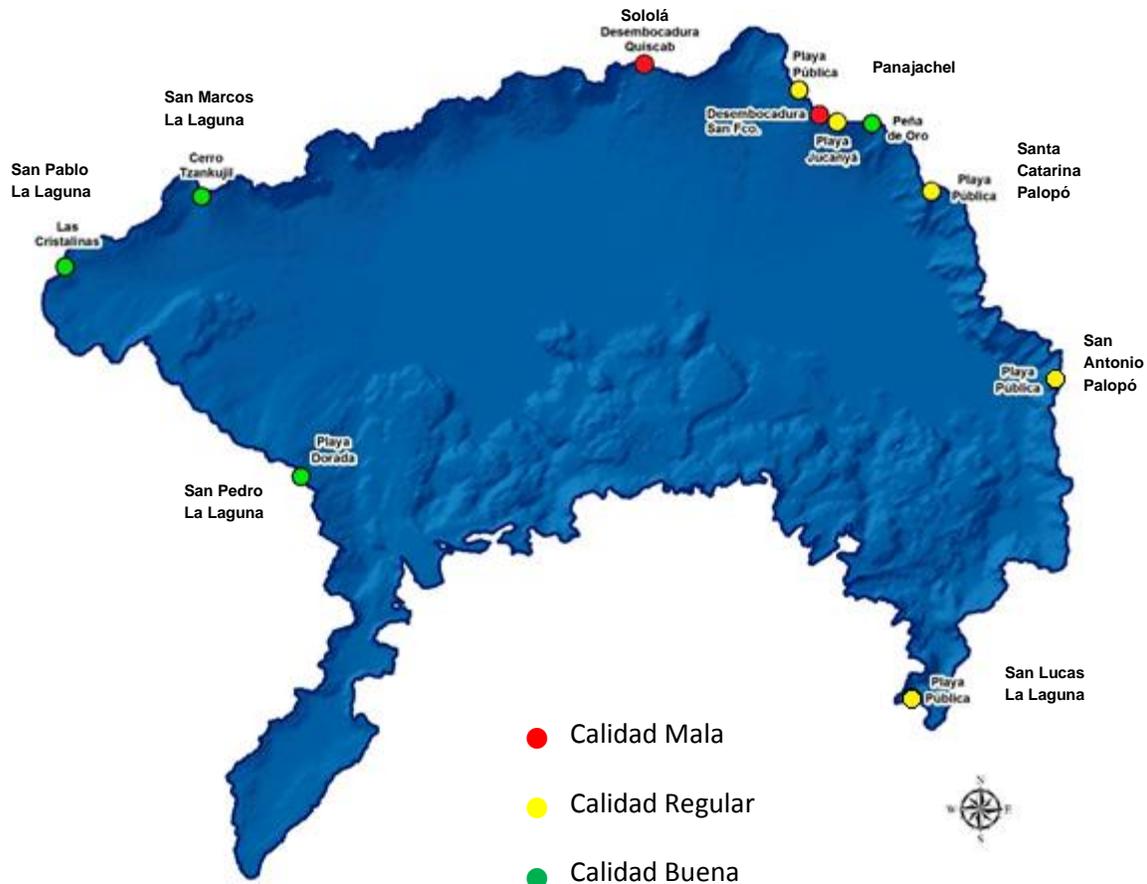


Figura 6. Calidad del agua de las playas públicas del lago Atitlán, 2020. (Fuente: DICA-AMSCLAE, 2020).

CONCLUSIONES

- Los resultados de este estudio indican que la calidad del agua de las playas de Panajachel tiene valores altos de coliformes y *E. coli*. Durante 2020, Jucanyá y la playa pública de Panajachel no cumplieron con el criterio establecido para aguas recreativas de la OMS.
- La cercanía de la playa de Jucanyá, playa pública de Panajachel, San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán y Santa Catarina Palopó (Las termas) a desembocaduras de ríos o descargas de aguas residuales comprometen la calidad del agua para uso recreacional.



DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

- Las playas públicas ubicadas en las orillas del lago Atitlán en los municipios de San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna y San Pedro La Laguna se consideran aptas para uso recreacional. No obstante, hay que tomar ciertas medidas de saneamiento en los lugares aledaños, pues durante algunos meses incrementa la carga microbiana en las playas antes mencionadas.
- La disminución de la contaminación del agua del lago depende en gran medida de las gestiones encaminadas a la disminución de las fuentes de contaminación puntuales y difusas. Entre las fuentes más significativas se encuentran: el ingreso de aguas residuales sin tratamiento, la escorrentía que arrastra sedimentos ricos en contaminantes al lago y el ingreso de desechos sólidos.

RECOMENDACIONES Y LIMITACIONES

Incrementar el número de muestreos dentro del programa de monitoreo de salubridad (aguas para uso recreacional) y personal técnico. Al ampliar la información de una forma sistemática, se puede concluir que efectos tienen las distintas actividades dentro de la cuenca de Atitlán en las áreas de servidumbre y proponer acciones que reduzcan el impacto en la calidad del agua del lago. Así mismo, se podría determinar el efecto que tienen las lluvias en la calidad de agua de las áreas de recreación, no solo de las muestreados hasta la fecha, sino que también en otras áreas que son visitadas frecuentemente por los locales.

Ampliar las áreas de tul dentro de la zona litoral del lago Atitlán para mitigar el impacto que las actividades humanas puedan tener en la calidad del agua en las zonas de recreación.

Es importante la extensión de estos resultados a las autoridades municipales competentes, Ministerio de Salud y Gobernación Departamental, para informar sobre los riesgos a los cuales están expuestos los visitantes en las playas con contaminación fecal, y la importancia del manejo adecuado de las aguas residuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA/AWWA/WPCF (1989). *Métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales*. 17ª Edición. American Public Health Association: US.

OMS, Organización Mundial de la Salud (2003). *Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1: Coastal and fresh waters*.

ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico de los sitios de muestreo durante el 2020. (Fuente: DICA/AMSCLAE, 2020)



Playa Publica, Panajachel



Playa Jucanyá, Panajachel



Playa Peña de Oro, Panajachel



Las Termales, Santa Catarina Palopó



Playa Pública, San Antonio Palopó



Playa Pública, San Lucas Tolimán

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL



Playa Dorada, San Pedro La Laguna



Cristalinas, San Pablo La Laguna

Las



Cerro Tzankujil, San Marcos La Laguna



Desembocadura del río Quiscab



Desembocadura del río San Francisco