

ENFERMEDADES DETECTADAS POR LA UTILIZACIÓN DEL AGUA EN LAS LAGUNAS: TRES PALOS, PUERTO MARQUÉS Y PIE DE LA CUESTA

*Juan José Dimas Mojarro¹
Guadalupe Olivia Ortega Ramírez²
Diana Lisseth Dimas García³*

Resumen

Las Lagunas pertenecientes al municipio de Acapulco, como son: Tres Palos, Puerto Marqués y Pie de la Cuesta, reciben carga de aguas residuales, de drenaje y residuos sólidos urbanos, originadas por las casas - habitación, hoteles y restaurantes. Ocasionando contaminación y diferentes enfermedades por el uso del agua, por la población y el turismo. La contaminación de las lagunas afecta la salud de la población y la del turista. La presente investigación tuvo como objetivos realizar un estudio exploratorio macroscópico observacional, y microbiológico, considerando que la población y el turismo utilizan el agua para actividades domésticas y recreativas. A la vez se aplicó 300 cuestionarios a la población y al turismo sobre como observaban las lagunas y cuál era su opinión y percepción. También al mismo tiempo se le preguntó, si alguna persona se había enfermado al utilizar el agua de las lagunas y qué tipo de enfermedades había padecido al estar en contacto, tanto a la persona de manera individual como a su familia. Los resultados indicaron que, en el estudio exploratorio macroscópico observacional, había muy abundantes residuos sólidos (basura), abundantes heces fecales, abundantes detergentes, así como Grasas y Aceites. En el laboratorio se encontraron: Enterococos con concentraciones promedios muy altas durante el año 2018, que rebasan los Límites Máximos Permitidos (LMP) de las Normas Oficiales Mexicanas . Por el otro lado se abordó el análisis de la relación entre: El uso del agua contaminada y las enfermedades, obteniendo los siguientes resultados entre mayor frecuencia utilizaban el agua mayor es el porcentaje de enfermarse de dolor de cabeza, dolor de estómago, enfermedad de la piel y parásitos. Con base a los resultados obtenidos, se plantearon algunas propuestas que pueden contribuir a mitigar la problemática ambiental de las lagunas y a beneficiar a la población y al turismo.

Palabras clave: Contaminantes, Uso del Agua, Normas Oficiales Mexicanas.

¹Doctor, Unidad Académica de Turismo. Maestría Gestión Sustentable del Turismo. Medio Ambiente, Sociedad y Turismo. Universidad Autónoma de Guerrero, juan_dimas_m@yahoo.com.mx

²Doctora, Unidad Académica de Turismo. Maestría Gestión Sustentable del Turismo Desarrollo Sustentable y Turismo. Universidad Autónoma de Guerrero, ortega.olivia@yahoo.com

³Maestría, Hospital del ISSSTE Acapulco. Clínica ISSSTE, dialis_23@hotmail.com

Introducción

Las Lagunas a Nivel Mundial, desde el punto de vista ecológico son ecosistemas con gran capacidad biogénica, debido a que constituyen un hábitat singular para flora y fauna, característica del lugar, además mantienen una gran biodiversidad y constituyen el medio de importantes especies y plantas, manglares y algunos animales en peligro de extinción como es el cocodrilo, la garza, el bagre (cuatete), la liza, y la mojarra de laguna. Las lagunas suelen ser muy productivas debido fundamentalmente al mayor contacto de los sedimentos con la superficie del agua como consecuencia de su escasa profundidad. Otras características propias suelen ser la alternancia de ciclos secos y húmedos, la geomorfología, y los diferentes usos del suelo (Ayuntamiento, 2015). Además, es una extensión de agua estancada, y al ser poco profunda permite que el sol penetre hasta su fondo, impidiendo la formación de distintos estratos térmicos, como sí sucede en los lagos, en los que se distingue una zona afótica (sin luz) de otra fótica.

En México, económicamente cumplen un papel importante en las actividades pecuarias y turísticas, pues constituyen la fuente de desarrollo de muchas localidades. En lo social brindan una amplia gama de bienes y servicios que pueden ser aprovechados por muchas poblaciones que se ubican cerca de ellas siempre y cuando no contaminen (Geraldí et al, 2011). Por lo anterior, siendo los municipios los actores responsables de la administración pública de los centros de población, a cuyo cargo queda la prestación de los servicios públicos básicos, resulta necesario un estudio que permita dar propuestas a las autoridades del gobierno para que atiendan los problemas ambientales de su jurisdicción y se mejoren las principales capacidades de gestión en materia ambiental, para realizar acciones para que prevengan, disminuyan o reviertan los efectos contaminantes del crecimiento urbano. Por eso es indispensable saber cómo se contamina una laguna, cual es el origen del contaminante en el cuerpo de agua (Conagua, 2009). Normalmente los microorganismos llegan al agua a través de las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas (Hinojosa y Bessudo, 2010). Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que en el agua para beber haya cero colonias de coliformes por 100 mL de agua. (OMS, 2016).

Actualmente el crecimiento de las ciudades es permanente y cada vez existen nuevos asentamientos humanos que convierten amplias zonas de terreno en estado natural en nuevas zonas habitadas, lo cual provoca un cambio en el comportamiento de los escurrimientos pluviales por acumulación de basura y descargas clandestinas en las cuencas donde se asientan (Jiménez, 2005).

Este tipo de urbanización afecta el ciclo hidrológico debido a que incrementa el volumen y la velocidad de escurrimiento superficial en el área afectada, tal aumento provoca una mayor intensidad del escurrimiento en el área urbana, en corrientes receptoras y en zonas de las cuencas aguas abajo (Hernández, 2001: 1-5).

La problemática de contaminación de las lagunas urbanas en el presente trabajo, se aborda mediante la determinación de estudios microbiológicos y el impacto de estos organismos en la salud de la gente asentada en las márgenes de estas lagunas, que mantienen contacto directo con el agua contaminada en las actividades cotidianas de manipulación o ingestión de tales líquidos.

Para conservar el recurso natural como es el agua, es importante contar con información acerca de su calidad, relacionada con los atributos que presente, de manera tal, que reúna criterios de aceptabilidad para diversos usos (Pérez y Rodríguez, 2008: 1905-1918). Comprende todos los parámetros que influyen en el uso benéfico del agua, como son los físicos, químicos y biológicos. Para ello debe evaluarse la presencia de sustancias que puedan afectar la salud, el bienestar del hombre o ser una amenaza para el ambiente (Martínez y Trujillo, 2007).

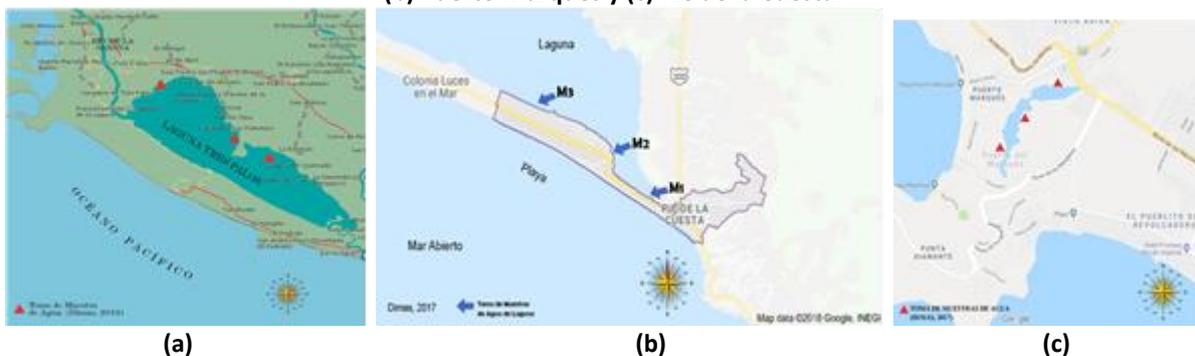
A pesar de esta problemática, los habitantes establecidos en las inmediaciones de la laguna, utilizan el agua para actividades recreativas y domésticas (principalmente los niños y ancianos). Este uso se debe en gran medida a la escasez de agua potable y a la falta de los servicios básicos y de saneamiento en las 3 zonas de estudio. El presente trabajo se llevó a cabo con el propósito de realizar un diagnóstico Microbiológico de la calidad del agua, detectando la presencia de altas concentraciones de enterococos, que son determinantes en la búsqueda de la contaminación. Por el otro lado se realizó 300 cuestionarios, en la búsqueda de enfermedades producidas por el uso del agua contaminada y cómo afecta a la población y al turismo de Acapulco, Gro. Considerando la hipótesis, si existe una relación de la población y los turistas entre la frecuencia de haberse enfermado por el uso del agua contaminada por las enfermedades presentadas como dolor de cabeza, enfermedades de la piel, de dolor de estómago y de parasitosis. Se ha sometido una correlación entre tres variables (triangulación), en este caso a pruebas distintas. Los datos obtenidos en este estudio podrían ser la base para la formulación de estrategias de manejo de las lagunas, en donde se involucre al turista, a la participación de la población local y de los diferentes sectores público y privado.

Materiales y Métodos

Área de Estudio; Esta investigación se llevó a cabo en las siguientes Lagunas del Municipio de Acapulco:

- 1).- La Laguna de Tres Palos, se localiza a 25 km., al Este del puerto de Acapulco, entre 99°39' y 99°47' de longitud Oeste y 16°47' y 16°49' de latitud Norte. Tiene una superficie aproximada de 5500 habitantes, sus dimensiones son 16 km de longitud y 6 km de ancho (ver figura 1). En época de lluvias los vientos predominantes son del SE y durante los meses de secas son del NE. La evaporación media anual es de 1900 a 2000 mm (Estación Meteorológica del Aeropuerto de Acapulco No. 12-001) (INEGI, 2016 b).
- 2).- La Laguna Negra de Puerto Marqués. Forma parte del área conurbada del Puerto de Acapulco, en Guerrero, México. Se ubica al sureste de la ciudad siendo su principal vía de comunicación la carretera escénica. Se localiza entre la Playa de Puerto Marqués y la Playa Revolcadero; tiene una población de 41,756 habitantes (INEGI, 2016 a) ver figura 1.
- 3).- La Laguna de Pie de la Cuesta. Se localiza a 10 km al noroeste del puerto mexicano de Acapulco, en las costas de Guerrero. Es famosa internacionalmente por sus puestas de sol y su playa de fuerte oleaje, además de contar con la Laguna de Coyuca, la cual limita con la Barra de Coyuca que une al mar con la laguna. Es una comunidad ubicada a un costado, interconectada con la laguna, sus habitantes se dedican a la agricultura, pesca, turismo, ganadería, comercio, entretenimiento, deportes y artesanías. Es rica en cultura y tradiciones. Cuenta con una gran Biodiversidad a sus alrededores (INEGI, 2016 c: 706) ver figura 1.

Figura 1. Se muestra los mapas cartográficos de las lagunas, donde se encuentran localizadas (a) Tres Palos, (b) Puerto Marqués y (c) Pie de la Cuesta.



Metodología Macroscópica y Analítica

Sitio de observación exploratoria visual macroscópica y muestreo de agua, para el estudio microbiológico.

Se realizó un recorrido, por la orilla y dentro de las lagunas, se exploró las tres lagunas de manera visual sobre el grado de contaminación observado en la franja de las lagunas como son: basura, grasas y aceites, maleza, detergentes, aguas negras, heces fecales (flotante), baterías de carros, para ello se consideró una escala arbitraria como parámetro para medir la contaminación en: +++++ Muy abundante, ++++ Abundante, +++ Regular, ++ Escasa, + Muy escasa, - No hay (Denzin, 2001). El muestreo microbiológico, se realizó de enero a diciembre del 2018 (12 muestreos en total, uno cada mes). Las muestras tomadas durante los meses de enero a junio, fueron consideradas como del período de estiaje; aquellas tomadas durante el periodo de junio a diciembre, como del de lluvias. Se recolectaron sus muestras del agua superficial de las lagunas a lo largo de un día, las cuales se mezclaron hasta reunir un volumen aproximado de 4 L. De ahí se obtuvieron muestras compuestas.

El muestreo se llevó a cabo de manera diferenciada en función de los parámetros a analizar. Las muestras se transportaron a 4°C al laboratorio de Investigación de la Maestría en Ciencias: Gestión Sustentable del Turismo. Facultad de Turismo Acapulco y al laboratorio Universitario en donde se procedió de manera inmediata a realizar el análisis (APHA, 2000: 1520; Dimas, *et al.*, 2018: 34-78). Se analizaron *in situ* las aguas de las lagunas mezclado con aguas residuales, determinando el estudio microbiológico con base a la NMX-AA-120-SCFI-2006 (2016), para la concentración de *enterococos* por sustrato cromo génico. Considerando los valores normales de Cofepris, 2016, para aguas de lagunas.

Diseño para la encuesta

Se desarrolló un diseño mixto, en el cual se determinó llevar a cabo una encuesta y entrevistas a los pobladores y turistas con el propósito de conocer la opinión y percepción de éstos sobre las lagunas (Hernández et al., 2003: 130-210).

1).- Se realizaron 30 entrevistas a pobladores y a los turistas que llegaban a las lagunas observando los contaminantes en el área de estudio. Y a los que se encontraban utilizando el agua para uso doméstico y recreativo. 2.- Se aplicaron 300 cuestionarios para conocer cuál es la opinión y percepción, de los pobladores y turistas al observar, saber de los contaminantes existentes en las 3 diferentes lagunas y si ellos, a pesar de cómo está la utilizarían para uso doméstico, recreativo o no. (Gutiérrez y De la Vara, 2005). Y con qué con frecuencia se enfermaban al utilizar el agua y el tipo de enfermedad. Esto se realizó en épocas de secas y de lluvias (Martínez, 2011).

Considerando la llegada de turistas al Puerto de Acapulco y que visitan a las 3 lagunas. La encuesta abordó temas como: 1). Localización de las lagunas en Acapulco, Guerrero. 2). Grado de escolaridad de los pobladores y turistas encuestados 3). Descargas de aguas residuales y drenaje, de Casa-habitación que se encuentran cerca de las lagunas. 4). El agua de las lagunas como uso doméstico y recreativo, para los pobladores y turistas. 5). Frecuencia del uso del agua y frecuencia a enfermarse el encuestado y familiares. 6). Propuestas de Programas y Plan de manejo ambiental. Una vez obtenido la información, se realizó el análisis estadístico de los resultados, utilizando el paquete estadístico SPSS Versión, 2017.

Resultados y Discusión.

Estudio Exploratorio Observacional de las lagunas, y Microbiológico durante el año, 2018.

Cuadro 1.- Resultados de la inspección visual en época de secas (enero a junio) del año 2018

LAGUNAS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO	Basura (Residuos Sólidos)	Detergentes	Grasas y Aceites	Maleza	Heces fecales (Flotante)	Aguas Negras	Baterías de carros	Estudio Microbiológico
TRES PALOS	+++	+++	+++	+++	+++	++++	++++	2 400 NMP/100 mL
PUERTO MARQUÉS	+++ ++	+++++	++++	+++	+++ ++	+++	++++	3 500 NMP/100mL
PIE DE LA CUESTA	+++ ++	+++++	++++	+++	+++ ++	+++	++++	2 100 NMP/100 mL

Cuadro 2.- Época de lluvias (julio a diciembre) del año, 2018

LAGUNAS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO	Basura	Detergente	Grasas y Aceites	Maleza	Heces fecales (Flotantes)	Aguas Negras	Baterías de carros	Estudio Microbiológico
TRES PALOS	++++	++++	++++	+++	+++	+++	++++	2 800 NMP/100 mL
PUERTO MARQUÉS	+++ ++	+++++	+++ +	++++	+++ ++	++++	++++	3 800 NMP/100mL
PIE DE LA CUESTA	+++ ++	+++++	++++	++++	+++ ++	++++	++++	2 700 NMP/100 mL

Escala arbitraria como parámetro para medir la contaminación en:

++++ Muy abundante, +++ Abundante, ++ Regular, + Escasa, - Muy escasa, - No hay. (Denzin, 2001).

En el Cuadro 1. Se observa que en época de secas hubo regular y muy abundante contaminación con basura (Residuos Sólidos), Detergentes y Maleza, Grasas y Aceites, Heces Fecales (Flotantes), Aguas Negras, Baterías de carros, en época de secas. En época de lluvias aumentó la presencia de los contaminantes en abundante a muy abundante en las tres lagunas (ver cuadro 2), debido probablemente al arrastre de aguas residuales a través de las corrientes alternas con vientos moderados de norte a Sur que existe de manera continua y que van a dar directamente al Océano Pacífico. Dentro de la fuente de contaminación, se puede incluir los detergentes utilizados en limpieza doméstica y arrastrada por las aguas residuales (Álvarez *et al.*, 2006: 71-83).

Se detectó la presencia de enterococos en grandes concentraciones mayores de 500 NMP/100 mL., según los parámetros de COFEPRIS, 2016. Que van desde 2 100 a 3 500 NMP/100mL., y en promedio 2 666 en época de estiaje y en época de lluvias un intervalo mucho mayor de 2700 a 3800 NMP/100mL y en promedio 3100 NMP/100 mL. Esto también nos reafirma que es un indicador muy importante de la contaminación de las aguas dulces probablemente por las aguas residuales en el arrastre de material orgánico que favorece al crecimiento de microorganismos en las aguas de las lagunas.

Opinión y Percepción de los pobladores y turistas sobre los contaminantes existentes en las lagunas (Tres Palos, Puerto Marqués y Pie de la Cuesta), en épocas de secas y de lluvias durante (enero-diciembre del año, 2018).

Entrevistas realizadas a los pobladores y turistas

Se realizaron entrevistas a los pobladores y turistas a cerca de los contaminantes existentes observados en la laguna en época de secas y de lluvias, a lo cual, ellos contestaron lo siguiente: Los Pobladores dicen que están conscientes de lo que está pasando con las Lagunas (Tres Palos, Puerto Marqués y Pie de la Cuesta) que, cada día, aumenta la contaminación, por la acumulación de material con residuos sólidos, detergentes, grasas, aceites, heces fecales y aguas negras ya que ellos mismos lo

ocasionan, justificando que no tienen drenaje, ni letrinas. Cuando se le preguntó a los pobladores y principalmente a los que lavaban ropa con esa agua y al mismo tiempo lavaban utensilios del hogar, ¿porqué utilizan el agua?, si ellos mismos observan algunos contaminantes adentro, y están en riesgo permanente de enfermarse. Ellos argumentaron que en un 90% de la gente que vive cerca de las lagunas carecen de agua potable y por su parte los turistas dicen que ellos vienen a recrearse a descansar y disfrutar de la imagen y naturaleza de la laguna, pero no están de acuerdo con los contaminantes que se observan dentro del cuerpo de agua. Otros decían que esperarían a que disminuyera la contaminación observada, para utilizarla para uso recreativo. Por otro lado, en épocas de secas y de lluvias había turistas bañándose y se les preguntó que si no tenía miedo que se enfermaran por utilizar el agua, lo cual ellos argumentaron que no, que, si se enfermaban después de haberla utilizado, ellos resolverían el problema con remedios caseros o irían a ver a un Médico familiar o a un sector salud más cercano del lugar.

Encuesta realizada a los pobladores y a los turistas.

Al aplicar los 300 cuestionarios a los pobladores y a los turistas, se obtuvieron los siguientes resultados:

En el análisis estadístico, se estudia la relación que tiene el uso del agua contaminada que corre por las lagunas con la incidencia de diferentes enfermedades, tomando en consideración no solo a los encuestados, sino también a sus familiares. La encuesta se realizó para conocer la opinión acerca de la contaminación presente en las lagunas, las enfermedades más comunes; derivadas por el grado de afectación de estas enfermedades que se presentan entre las personas que viven en los márgenes de estas lagunas, y el turismo que se recrea en las lagunas.

Las enfermedades detectadas por estar en contacto con el agua son: dolor de cabeza, enfermedad de la piel, dolor de estómago, y parasitosis que son las principales que se detectaron. En el caso de las enfermedades se estudia al encuestado; y a sus familiares. Por otro lado, se muestra la relación que existe entre la frecuencia de haberse enfermado de cualquier enfermedad de las antes mencionadas, a través de la prueba estadística Chí cuadrada, y también se da a conocer lo fuerte de la relación con la medida de asociación d de Somers, la cual entre más cercana esté a 1.0 denota una relación fuerte, mientras cuanto más se acerque al 0 la relación es más débil o inexistente. Por lo tanto, en esta sección se abordará el análisis de la relación entre: 1) El uso del agua contaminada y enfermedad.

El enfoque adoptado es el de la triangulación de resultados que consiste en hacer la prueba de la misma hipótesis en repetidas ocasiones: (1) con cada una de las diversas enfermedades y (2) con el encuestado, y (3) sus familiares.

En el Cuadro 3. Se observa que la Chí cuadrada es significativa; que la frecuencia del uso del agua contaminada en cada cuenca varía. Nótese que más de la mitad de las personas de la población y turistas en la laguna Tres Palos utiliza esa agua “casi siempre” (45%) o “siempre” (17%); y que los porcentajes correspondientes sumados son menores en las otras dos lagunas. Por otro lado, sumados las que “nunca” o “casi nunca” la usan se obtienen los resultados siguientes: Tres Palos 21%, Puerto Marqués 39%, Pie de la Cuesta 37%. Es decir, es en la laguna de Tres Palos donde el uso de agua contaminada está más extendido entre la población y el turismo; pero este problema de salud pública se presenta de manera grave en las tres lagunas.

**Cuadro 3.- Frecuencia del uso del agua contaminada por laguna
(En porcentajes)**

Laguna	Frecuencia del uso del agua contaminada					TOTAL
	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre	
Tres Palos	14%	7%	17%	45%	17%	100%(100)
Puerto Marqués	7%	32%	19%	17%	25%	100%(100)
Pie de la Cuesta	11%	26%	20%	12%	31%	100%(100)

$$\lambda^2 = 121.653 \quad p = .000 \quad g l = 8$$

Uso de agua contaminada y enfermedad

Relación entre dolor de cabeza y uso de agua contaminada.

**Cuadro 4. Frecuencia de dolor de cabeza entre los encuestados por el uso de agua contaminada
(En porcentajes)**

Frecuencia de uso de agua contaminada	¿Cuántas veces se ha enfermado usted de dolor de cabeza?			TOTAL
	Nunca	Una vez	Dos o más veces	
Nunca	99%	0%	1%	100% (168)
Casi nunca	56%	31%	13%	100% (16)
A veces	20%	40%	40%	100% (20)
Casi siempre	6%	31%	63%	100% (62)
Siempre	12%	32%	56%	100% (34)

$$\lambda^2 = 213.563, \quad g l = 8, \quad p = .000, \quad d \text{ de Somers} = 0.69$$

Entre los encuestados. Se observa en el Cuadro 4, la relación entre la frecuencia de dolor de cabeza del encuestado y la frecuencia del uso de agua contaminada. La prueba estadística Chí cuadrada indica que dicha relación es significativa, es decir que la relación entre ambas variables no es una mera coincidencia, sino que están estrechamente vinculadas.

Lo anterior demuestra que, entre esas dos variables, frecuencia del dolor de cabeza y uso de agua contaminada por parte del encuestado, hay una relación importante de causa y efecto. También al observar la medida de asociación, o sea la d de Somers, notamos que es relativamente alta (0.69). La relación entre esas variables también se detecta al observar que a medida que aumenta el uso de agua contaminada también aumenta el porcentaje de encuestados que se enfermaron de dolor de cabeza dos o más veces en el año 2018; de tal suerte que sólo sí el 1% de los que nunca usan agua contaminada se enfermó dos o más veces, y con cuatro de cada diez de los que “a veces” usan dicha agua y seis de cada diez de los que “casi siempre” o “siempre” la utiliza. Al mismo tiempo, el porcentaje de los que nunca les dio dolor de cabeza disminuye a medida que también disminuye la frecuencia con la que utilizan agua contaminada; como se ve (Cuadro 4), el 99% que nunca usa dicha agua tampoco se enfermaron de dolor de cabeza, comparado con dos de cada diez de los que “a veces” usan esa agua y sólo uno de cada diez de los que “casi nunca” o “nunca” la utiliza.

Por lo anterior se concluye que a mayor uso de agua contaminada mayor es el riesgo de frecuentes dolores de cabeza.

Cuadro 5. Frecuencia de dolor de cabeza entre la esposa y/o hijos por el uso de agua contaminada (En porcentajes)

Frecuencia de uso de agua contaminada	¿Cuántas veces se han enfermado su esposa (o) y sus hijos de dolor de cabeza?			TOTAL
	Nunca	Una vez	Dos o más veces	
Nunca	100%	0%	0%	100% (168)
Casi nunca	87%	13%	0%	100% (16)
A veces	20%	30%	50%	100% (20)
Casi siempre	15%	32%	53%	100% (62)
Siempre	13%	27%	69%	100% (34)

$$\lambda^2 = 191.199, g l = 8, p = .000, d \text{ de Somers} = 0.66$$

Entre los familiares del encuestado. En el Cuadro 5, se observa que existe una relación significativa entre causa y efecto de ambas variables, a mayor contaminación mayor posibilidad de que la familia le dé dolor de cabeza; la prueba estadística resultó significativa. Es decir, la relación entre la variable (1) frecuencia del uso del agua contaminada y (2) frecuencia del dolor de cabeza de los familiares del encuestado. Por otro lado, la d de Somers también es fuerte (0.66). Al observar los porcentajes, se percibe que ninguno de los cónyuges o de los hijos que nunca o casi nunca usan agua contaminada ha tenido dolor de cabeza en dos o más ocasiones; en cambio, la mitad de los que a veces o casi siempre consume agua dañina padece ese dolor; y por último, alrededor de siete de cada diez de los familiares que siempre usan dicha agua les ha dado dolor de cabeza dos o más ocasiones. En otras palabras, a mayor uso de agua contaminada, mayor es el porcentaje de familiares del entrevistado que les dio dolor de cabeza dos o más veces. En conclusión, a mayor uso de agua contaminada por parte de la familia del encuestado, mayor es el riesgo de frecuentes dolores de cabeza.

Relación entre enfermedad de la piel y uso de agua contaminada

Cuadro 6. Frecuencia de enfermedad de la piel entre los encuestados por el uso de agua contaminada (En porcentajes)

Frecuencia de uso de agua contaminada	¿Cuántas veces se ha enfermado usted de la piel?			TOTAL
	Nunca	Una vez	Dos o más veces	
Nunca	99%	1%	0%	100% (168)
Casi nunca	13%	56%	31%	100% (16)
A veces	10%	40%	50%	100% (20)
Casi siempre	0%	45%	55%	100% (62)
Siempre	15%	38%	47%	100% (34)

$$\lambda^2 = 211.156, g l = 8, p = .000, d \text{ de Somers} = 0.71.$$

Entre los encuestados. En el Cuadro 6 se observa que la Chí cuadrada es significativa. Lo cual quiere decir que hay una relación entre la frecuencia del uso de agua contaminada y el número de veces que el encuestado se ha enfermado de la piel. Y en segundo lugar la d de Somers tiene un valor de 0.71, lo cual indica que dicha relación es fuerte. Lo mismo se observó al comparar porcentajes. Entre los que nunca utilizan el agua contaminada, nadie se enfermó de la piel dos o más veces. El 47% entre los que siempre y el 55% de los que casi siempre la usa, el 50% de los que a veces y el 31% de los que casi nunca la usan o nunca les dio esa enfermedad en ese número de veces, respectivamente. La tendencia es que, a mayor utilización del agua contaminada, mayor es el riesgo que los encuestados se enfermen de la piel (ver figura 2).

Figura 2.- Observamos un ejemplo de una persona encuestada, mostrando su pie con ronchas y granos rojos (enfermedad de la piel), resultado de la utilización recreativa del agua de la laguna de Puerto Marqués.



Cuadro 7. Frecuencia de enfermedad de la piel entre la esposa y/o hijos, por el uso de agua contaminada (En porcentajes)

Frecuencia de uso de agua contaminada	¿Cuántas veces se han enfermado su esposa (o) y sus hijos de la piel?			TOTAL
	Nunca	Una vez	Dos o más veces	
Nunca	100%	0%	0%	100% (138)
Casi nunca	81%	13%	6%	100% (16)
A veces	20%	35%	45%	100% (20)
Casi siempre	14%	42%	44%	100% (62)
Siempre	23%	27%	50%	100% (34)

$\lambda^2 = 188.416$, $g l = 8$, $p = 0.000$, d de Somers = 0.64

Entre los familiares del encuestado. En el Cuadro 7 se observa que la Chí cuadrada es significativa, la d de Somers es de 0.64 lo cual indica que dicha relación es fuerte. El 50% de los familiares del encuestado que siempre utiliza el agua contaminada, se enfermó dos o más veces, comparado con el 44% que casi siempre la usa, el 45% que a veces la usa, el 6% de los que casi nunca y el 0% que nunca utiliza dicha agua. En conclusión, a mayor uso de agua contaminada, mayor es el riesgo de que los familiares del encuestado se enfermen de la piel.

Relación de dolor de estómago y el uso de agua contaminada.

Cuadro 8. Frecuencia de dolor de estómago entre los encuestados por el uso de agua contaminada (En porcentajes)

Frecuencia de uso de agua contaminada	¿Cuántas veces se ha enfermado usted de dolor de estómago?			TOTAL
	Nunca	Una vez	Dos o más veces	
Nunca	99%	0%	1%	100% (168)
Casi nunca	63%	31%	6%	100% (16)
A veces	15%	50%	35%	100% (20)
Casi siempre	2%	40%	58%	100% (62)
Siempre	6%	29%	65%	100% (34)

$\lambda^2 = 215.780$, $g l = 8$, $p = .000$, d de Somers = 0.74

Entre los encuestados. En el cuadro 8 se observa que la prueba estadística de Chí cuadrada es significativa, y la d de Somers es 0.74, indica la relación entre las dos variables es fuerte. El 65% de los encuestados que siempre utiliza el agua contaminada se enfermó del estómago dos o más veces. Comparado con el 58% de los que casi siempre la usa, y el 35% que a veces, el 6% que casi nunca y el 1% que nunca utilizó el agua se enferma dos o más veces. En conclusión, no cabe la menor duda de que a mayor uso del agua contaminada mayor es el riesgo que los encuestados se enfermen del estómago.

Cuadro 9. Frecuencia del dolor de estómago entre la esposa y/o hijos del encuestado por el uso de agua contaminada (En porcentajes)

Frecuencia de uso de agua contaminada	¿Cuántas veces se ha enfermado su esposa (o) y sus hijos de dolor de estómago?			TOTAL
	Nunca	Una vez	Dos o más veces	
Nunca	100%	0%	0%	100% (138)
Casi nunca	81%	13%	6%	100% (16)
A veces	20%	40%	40%	100% (20)
Casi siempre	15%	32%	53%	100% (62)
Siempre	9%	20%	71%	100% (34)

$$\lambda^2 = 199.90, g l = 8, p = .000, d \text{ de Somers} = 0.68$$

Entre los familiares del encuestado. En el Cuadro 9. Se observa con base en los resultados, que la Chi cuadrada es significativa y la d de Somers es fuerte (0.68). El 71% de los familiares del encuestado que siempre utiliza el agua contaminada se enferma de dolor de estómago dos o más veces, comparado con el 53% de los familiares que casi siempre la usa, el 40% que a veces, el 6% de los que casi nunca y el 0% de que nunca utilizó esa agua contaminada. En conclusión, la tendencia fue que a mayor uso de dicha agua contaminada mayor es el riesgo de que los familiares de los encuestados se enfermen del estómago.

La relación entre parasitosis y el uso de agua contaminada

Cuadro 10. Frecuencia de enfermedad por parásitos entre los Encuestados por el uso de agua contaminada (En porcentajes)

Frecuencia de uso de agua contaminada	¿Cuántas veces se ha enfermado usted de parásitos?			TOTAL
	Nunca	Una vez	Dos o más veces	
Nunca	99%	1%	0%	100% (168)
Casi nunca	56%	31%	13%	100% (16)
A veces	15%	20%	65%	100% (20)
Casi siempre	2%	13%	85%	100% (62)
Siempre	6%	6%	88%	100% (34)

$$\lambda^2 = 244.555, g l = 8, p = .000, d \text{ de Somers} = 0.75$$

Entre los encuestados. En el Cuadro 10, se observa la relación que existe entre la variable dependiente, frecuencia de la enfermedad de parasitosis entre los encuestados, y la variable independiente que es la frecuencia del uso de agua contaminada. La Chí cuadrada es significativa. Por otro lado, la d de Somers tiene un valor de 0.75: lo cual indica que dicha relación es fuerte. Lo mismo se observó al comparar porcentajes; el 88% de los encuestados que utilizaba siempre el agua contaminada se enfermó de parásitos dos o más veces; comparado con el 85% de los encuestados que casi siempre la utilizó, el 65% que a veces y el 13% que casi nunca la utilizó y el 0% de los que nunca usan esa agua. En otras palabras, no cabe la menor duda de que a mayor uso de dicha agua contaminada mayor es el riesgo de enfermarse de parásitos entre los encuestados.

Cuadro 11. Frecuencia de parasitosis entre la esposa y/o hijos por el uso de agua contaminada (En porcentajes)

% Frecuencia de uso de agua contaminada	¿Cuántas veces se han enfermado su esposa (o) y sus hijos de parásitos?			TOTAL
	Nunca	Una vez	Dos o más veces	
Nunca	100%	0%	0%	100% (168)
Casi nunca	81%	6%	13%	100% (16)
A veces	20%	15%	65%	100% (20)
Casi siempre	15%	8%	77%	100% (62)
Siempre	9%	12%	79%	100% (34)

$$\lambda^2 = 204.700, \quad g l = 8, \quad p = .000, \quad d \text{ de Somers} = 0.66$$

Entre los familiares del encuestado. En el Cuadro 11, se observa la prueba estadística Chí cuadrada que resultó significativa; que, por lo tanto, existe relación entre la frecuencia del uso del agua contaminada y el número de veces con que los familiares del encuestado se han enfermado de parásitos. Además, la d de Somers tiene un valor de 0.66 lo que indica una relación fuerte. Lo mismo se observó al comparar los porcentajes; entre los que nunca utilizaban el agua contaminada, nadie se enfermó dos o más veces en el año 2018; en cambio el 79% de los familiares del encuestado que siempre utiliza el agua se enferman de parásitos dos o más veces en comparación con el 77% que casi siempre, el 65% a veces y el 13% que casi nunca, y el 0% de que nunca utiliza esa agua contaminada, nunca se enferman. En conclusión, la tendencia fue que a mayor uso de dicha agua contaminada mayor es el riesgo de que los familiares de los encuestados se enfermen de parásitos.

Conclusiones

Existe un gran riesgo de enfermarse de dolor de cabeza, estómago, piel y parasitosis de manera directa, por el uso del agua de las personas que viven cerca o alrededor de las lagunas. Ya que existe elevadas concentraciones de enterococos, por los focos infecciosos como la basura y materia orgánica que están dentro del cuerpo de agua. Las colonias Varadero de la laguna de Tres Palos y el Paseo de los Manglares (Puerto Marqués), y Luces del Mar (Pie de la Cuesta) no tienen agua potable, utilizando el agua de las lagunas por necesidad. Estas personas beben el agua de pozos que tienen cerca de la laguna y desconocen que se filtra de manera subterránea el agua hacia el pozo que ellos tienen, y la beben de manera directa sin hervir y a la vez los turistas que visitan las lagunas las utilizan para uso recreativo, más cuando está la temporada de lluvias, porque crece más las corrientes de aguas a lo ancho y largo de las lagunas. Esto se reafirmó con las encuestas realizadas a la población y turistas, encontrándose las respuestas en porcentajes de la frecuencia del uso del agua contaminada por los habitantes que habitan las tres lagunas, en Tres Palos, a veces mayor que casi siempre, en Puerto Marqués las utilizan siempre y en Pie de la Cuesta, un gran porcentaje nunca o casi nunca pasando el 50%. Los usos frecuentes del agua de las lagunas que la población y los turistas le dan son: lavar ropa, autos, utensilios, regar patios, jardines y de recreación.

Por otro lado, con base en los resultados obtenidos de la encuesta, de las posibles enfermedades presentes tanto en los encuestados, y familiares, se obtuvo: La prueba estadística Chí cuadrada dice que la relación entre frecuencia del uso de agua contaminada y frecuencia de la enfermedad del encuestado es significativa. 1) Que dicha relación es fuerte o sólida, dado que la “d” de Somers en la mayoría de los casos acercó su valor al 1.0, lo que indica la relación perfecta, y en menor proporción se acercó al 0 que indica ausencia de relación. 2) La tendencia se detecta también al comparar porcentajes y la hipótesis se corrobora. 3) Se deduce que los encuestados, que se enfermaron de parasitosis, una dos o más veces, la relación es significativa y es más fuerte y sólida ya que la d de Somers es de 0.75 (más cercano al 1.0), lo cual indica una relación perfecta y la hipótesis se corrobora. 4) Los que se enfermaron de dolor de estómago tienen 0.74 de d de Somers. En tanto que los que se enfermaron de la piel fue de 0.71, y los de dolor de cabeza, la cual fue de 0.69 d de Somers, acercándose a 1. Esto demuestra la relación que hay entre el uso del agua contaminada, (para lavar ropa, tras-

tes, carros, bañarse y consumo humano) y la presencia de enfermedades, en el encuestado, y se refuerza con los resultados de la familia. Los resultados también sugieren que es urgente la atención a las condiciones ambientales de las lagunas y de todos los espacios contaminados porque está en juego la salud de la población y el turismo, ya que es común que los planes de desarrollo de una ciudad no estén ligados a estudios hidrológicos que lo orienten para evitar zonas de contaminación.

Referencias

Álvarez J. A., Rubiños P. E., Gavi R.F., Alarcón C. J.J., Hernández E., Ramírez A. C., Mejía S. E., Pedroro S.E., Nicolás N. E. y Salazar S. E. (2006). Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y Predicción. *Rev. Inter. Bot. Exp. ΦYTON*. 75: 71-83.

APHA (2000). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20a ed. American Public Health Association. Washington, EUA: 1520 pp. Disponible en: https://ajph.aphapublications.org/doi/pdf/.../AJPH.85.8_Pt_2. P.16... {Consultado 20-01-2018}.

Ayuntamiento (2015). Documentos, Archivos. CNA. Plantas tratadoras de Aguas Residuales. H. Ayuntamiento. Archivo 4000/ 230/ 2015. Lagunas, Ríos, Micro cuencas Pluviales. Acapulco, Guerrero., México.

COFEPRIS (2016). Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. Programa de Playas limpias. Secretaria de Medio Ambiente.2016. Abril 2003. Información sobre el Índice de calidad del Agua de mar. www.semarnat.gob.mx › Temas › Estadísticas Ambientales.

Conagua (2009). Hidrología y Presas. Documentos 089-103/007/11-04-2009. Archivo. Gobierno del Estado de Guerrero. Comisión Nacional del Agua.11 de abril, 2009. (Consultado 16-04-2018).

Denzin (2001). Métodos básicos en la Investigación Cualitativa, la Observación. UAEH. Disponible en:<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n10/r1.html>. {05-07-2018}.

Dimas M. J.J., Ortega R, G.O., Dimas G. D. L (2018) Enfermedades presentadas en los Pobladores y Turistas por el uso del agua de manera doméstica y recreativa de las Lagunas: Tres Palos, Puerto Marqués y Pie de la Cuesta, de Acapulco, Guerrero, México: Proyecto Universidad Autónoma de Guerrero. Pp. 34-78.

Geraldi M. A., Picoles M. C., Perillo ME. G. (2011). Lagunas Bonaerenses en el paisaje pampeano. En *Revista Ciencia Hoy*, Número 123. Jun/Jul 2011.

Gutiérrez, H., y De la Vara, R. (2005). Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. México D. F: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Hernández, A. (2001). Política y normativa sobre la depuración de las aguas. En:

Depuración y desinfección de aguas residuales. Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos. Colección Seinor. No. 9:1-5.

Hernández, S. R.; Fernández C.; Pilar, B. L. (2003). Metodología de la investigación México: Mc Graw Hill 2003. Pág.130-210.

Hinojosa, Andri M and D. Bessudo, (2010). Manual de técnicas y Procedimientos para el estudio de microorganismos entero patógenos, 22 enero 2010. INDRE, SSA. México.

INEGI (2016 a). Cartografías, Mapeo Digitales. Laguna Puerto Marqués. Guerrero. Municipio Acapulco. Censo Económico. Documentos. INEGI, 2016/ 01 07-18.

INEGI (2016 b). Mapa Digital de México V6.3. 0. Laguna de Tres Palos. Censos Económicos. Nacionales. Topografía. Publicaciones. Disponible en: gaia.inegi.org.mx/ (02/06/2018).

INEGI (2016 c). Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Edición 2016. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Laguna Pie de la Cuesta. Guerrero. México, 706 p.

Jiménez B. (2005). Treatment technology and standard for agricultural wastewater reuse: a case study in México. *Irrigation and Drainage*. 54(S1). S23-S33.

Martínez, G. (2011). Metodología para el análisis de correlación y concordancia en variables estadísticas. Tesis de Maestría. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Martínez V. J., N. y Trujillo E. (2007). Modificación química del agua potable en un sistema de distribución de fierro fundido gris. Memorias VI Congreso Internacional y XII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Chihuahua, Ch. 6 al 8 de junio de 2007. CD-ROM.

OMS (2016). La Organización Mundial de la Salud y las Guías para la calidad del Agua potable. Autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria. Protección de la Salud Pública. 15 sep., 2016. Disponible en: www.saguapac.com.bo/la-organizacion-mundial-de-la-salud-y-las-guias-para-la-calida... (01/09/2018).

Pérez-Castillo A. M y Rodríguez A. (2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de Aguas tropicales de inundación. *Rev. Biol. Trop.* 56(4), 1905-1918.

SCFI (2006). NMX-AA-120-SCFI-2006 (SCFI-2016), que establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad de Playa, Ríos y Lagunas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación. 5 de febrero 2010.

SSPS (2017). IBM Statistics. Análisis de datos en Ciencias Sociales. Programa estadístico. Versión (2017). Investigación Científica 29 de septiembre 2017. Disponible en: <https://www.ibm.com/mx-es/products/spss-statistics> (10/05/2018).