

Evaluación de riesgo sanitario de las playas de Costa Rica Periodo 2010-2017

Risk assessment of the Costa Rican beaches during the period 2010-2017

Darner A. Mora-Alvarado¹, Jesús Vega-Molina²,
Adriana González-Fernández³

Mora-Alvarado, D; Vega-Molina, J; González-Fernández, A.
Evaluación de riesgo sanitario de las playas de Costa Rica.
Periodo 2010-2017. *Tecnología en Marcha*. Diciembre 2019.
Vol 32 Especial. Laboratorio Nacional de Aguas. Pág. 97-110.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v32i10.4884>



- 1 Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr.
- 2 Funcionario Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
- 3 Funcionaria Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

Palabras clave

Contaminación fecal; estero; playas y riesgo.

Resumen

Se debe realizar la evaluación de riesgo sanitario en 184 playas ubicadas en los litorales atlántico y pacífico de Costa Rica, mediante la aplicación del “Índice de Riesgo Sanitario”. Esta herramienta combina los promedios geométricos de Coliformes fecales/100 mL, obtenidos en las fuentes de contaminación terrestres (descargas de aguas residuales y desembocaduras de ríos, esteros y quebradas), y de la calidad microbiológica de los puntos de muestreo en las aguas de las playas. El propósito consiste en establecer las medidas correctivas y planificar, con la participación de la sociedad civil y los municipios, el desarrollo de las zonas costeras del país. Para cumplir con el objetivo planteado, se analizaron los datos históricos de promedios geométricos de Coliformes fecales/100 mL de 184 playas (62 en Guanacaste, 86 en Puntarenas y 36 en Limón), obtenidos por el Laboratorio Nacional de Aguas en el periodo 2010-2017, tanto para las fuentes de contaminación terrestres como para los puntos de muestreo definidos en cada playa. Con estos datos se aplicó la herramienta del “Índice de Riesgo Sanitario”, para clasificar las playas, y comparar los resultados con los niveles de riesgo “Nulo”, “Muy Bajo”, “Bajo” con las playas de calidad “Muy Alto”, “Moderadamente Alto”, y “Alto”. Los resultados de la evaluación de riesgo sanitario de las playas muestran que 16 se clasifican con riesgo “Muy Alto” (8,69%), 4 con “Alto” (2,17%), 7 con “Moderadamente Alto” (3,80%), 16 con “Bajo” (8,69%), 4 con “Muy Bajo” (22,28%) y 100 con “Nulo” (59,34%). Se demuestra que existe una importante diferencia, entre los resultados obtenidos con la evaluación de riesgo sanitario y la calidad microbiológica de las aguas de playa. Aunado a esto, se observa que 27 de las playas estudiadas (14,67%) calificaron con “Moderadamente Alto”, “Alto” y “Muy Alto”, mientras que la mayoría de las playas (157 para un 85,33%) se calificaron con riesgo “Bajo”, “Muy Bajo” y “Nulo”. Por otro lado, del total de playas estudiadas 179 (97,3%) presentaron promedios geométricos menores a 100 CF/100 mL, y 134 (72,8%) inferiores a 10 CF/100 mL. Se recomienda realizar inspecciones sanitarias y estudios más profundos en las 27 playas calificadas con riesgo “Moderadamente Alto”, “Alto” y “Muy Alto”, para definir las medidas correctivas y amortiguar la persistente contaminación fecal detectada en sus aguas.

Keywords

Faecal pollution; estuary; beaches; sanitary risk.

Abstract

To determine the sanitary risk assessment (ERS) of 184 beaches located in both the Pacific and Atlantic coast through the application of the Sanitary Risk Index (IRS) combining the faecal coliform bacteria geometric mean (CF/100 ml) of the inland water sources (streams, estuaries, wetlands and waste water discharges) with the microbiological quality of the sea water sampling points at the beaches. The aim is to establish corrective measures and to scheme the coast areas development. The data from 184 beaches were analysed (62 in Guanacaste, 86 in Puntarenas and 36 in Limón) in the National Water Laboratory (*Laboratorio Nacional de Aguas*, LNA) during the years 2010-2017. IRS was applied to inland water sources and sea water samples, in order to describe the risk as non-existent, Very Low, Low, Moderately High, High, and Very High. ERS classified the sanitary risk of the 184 beaches: 16 obtained Very High Risk (8.69 %), 4 High Risk (2.17 %), 7 Moderately High Risk (3.80 %), 16 Low Risk (8.69 %), 4 with Very Low Risk (22.28 %),

and 100 showed non-existent risk. Results show an important difference between the ERS and the microbiological sea water quality. Additionally, the sanitary risk of 27 beaches (14.67 %) varied from Moderately High to Very High. The majority of the beaches, 157 (85.33 %), obtained a sanitary risk from Low to non-existent. On the other hand, 179 beaches (97.3 %) showed geometric means less than or equal to 100 CF/100 ml, and 134 beaches (72.8 %) showed geometric means less than or equal to 10 CF/100 ml. To carry out sanitary surveys and deeper studies within the 27 beaches classified with Moderately High, High and Very High Risk, in order to define corrective measures, and buffer the faecal pollution.

Introducción

La República de Costa Rica cuenta con más de 400 playas de gran belleza y alto interés turístico. Tanto el litoral atlántico como el pacífico presentan amplias planicies costeras, con pequeños sistemas montañosos de no más de 1.000 metros de altura; el primero tiene una longitud de 212 km, con clima lluvioso y exuberante vegetación típica de las zonas caribeñas; el segundo se extiende por una longitud de 1.016 km, y una gran proporción cuenta con clima seco. En las últimas décadas, la belleza de estas playas ha representado el 64% de la preferencia de los turistas que visitan el país [1]; es decir, constituyen un patrimonio turístico que ha fomentado el desarrollo de hoteles, infraestructura y servicios básicos como el acceso a agua para consumo humano (ACH), para una cobertura nacional de 99,6% de agua por cañería y 93,9% con agua de calidad potable, para el año 2017 [2].

Debido a la importancia socio-económica y a la potencial afectación a la salud de los bañistas, la calidad microbiológica de las aguas de playa ha sido estudiada desde 1961, cuando Brunker y Fernández elaboraron los primeros estudios en la playa de la ciudad de Puntarenas [3]; posteriormente, en 1971, se realizó una segunda recalificación [4]. A finales de la década de los años 70 el Laboratorio Central de AyA, hoy Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), continuó con estos estudios en la playa de Puntarenas y en el cantón central de Limón [5]. En 1986 y 1987, Mora Darner y colaboradores ampliaron los estudios a 61 puntos de muestreo en el litoral pacífico y 19 en el atlántico, con el propósito de crear "*Criterios Bacteriológicos para Evaluar las Aguas de Mar en Costa Rica*" [6]. En 1996 el LNA estableció el "*Programa Bandera Azul Ecológica*" (PBAE), cuyo objetivo original fue fomentar el desarrollo de un incentivo para organizar a la sociedad civil, con la intención de desarrollar las zonas costeras en concordancia con la protección del mar [7]; la implementación de esta iniciativa ha permitido sistematizar la educación sobre la calidad microbiológica de las aguas de playas y sus fuentes terrestres de contaminación (FTC), como ríos, esteros y descargas de aguas residuales. En el año 2005 se publicó el libro "*Calidad Sanitaria de las Aguas de las Playas en Costa Rica*", en donde se recopilaron datos históricos de la calidad microbiológica de 80 playas del país [8].

En el año 2010 el LNA propuso una metodología denominada "Índice de Riesgo Sanitario" (IRS) [9], que constituye una herramienta para evaluar la vulnerabilidad de las playas combinando dos aspectos, los resultados de promedio geométrico (Xg) de Coliformes fecales/100 mL (CF/100 mL) de las fuentes terrestres de contaminación (FTC) (drenadas a las playas por esteros, desembocaduras de ríos, quebradas y descargas de agua residuales), y del agua de cada playa en particular. Este IRS permite valorar el riesgo potencial de las playas en el país a corto, mediano y largo plazo, en el entendido de que un agua de playa podría calificar como "Apta" para la natación de acuerdo a su Xg de CF/100 mL, pero presentar un IRS "Moderadamente Alto" o "Muy Alto". Ese mismo año el LNA validó la metodología, al utilizarla para elaborar y publicar el documento "*Evaluación de Riesgo Sanitario de las Aguas de las Playas de Costa Rica, periodo 1996-2009*" [10].

En razón de que el IRS permite identificar la vulnerabilidad de las playas, y debido al riesgo de transmisión de enfermedades por contacto e ingesta de aguas de mar, desembocaduras de esteros, ríos y aguas residuales [11][12][13], se presenta esta segunda edición del documento “Evaluación de Riesgo Sanitario de las Playas de Costa Rica Periodo 2010-2017”.

Objetivos

General

Realizar evaluaciones de riesgo sanitario en 184 playas de Costa Rica, ubicadas en las provincias de Guanacaste, Puntarenas y Limón, mediante la aplicación del IRS durante el periodo 2010-2017, con el propósito de incluir a la sociedad civil, y los respectivos municipios, en la generación de medidas correctivas y la planificación del desarrollo costero del país.

Específicos

- Determinar la calidad microbiológica del agua para cada playa, a través del Xg de CF/100 mL.
- Determinar la calidad microbiológica del agua de las FTC presentes en cada una de las playas, a través del Xg de CF/100 mL.
- Aplicar el IRS en las playas incluidas en el estudio.
- Comparar los resultados de la calidad microbiológica de las playas con los resultados del IRS, en las 184 playas estudiadas.
- Establecer recomendaciones para mejorar las condiciones sanitarias del entorno de las playas, y planificar el desarrollo en las zonas costeras con la participación ciudadana y municipal.

Metodología

Para cumplir con los objetivos del estudio se aplicaron los siguientes pasos:

Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas de playa

Con los datos históricos del LNA y del PBAE se obtuvieron los Xg de CF/100 mL de los puntos de muestreo, ubicados en las aguas de mar de cada una de las 184 playas estudiadas; de estos, un total de 62 están localizados en Guanacaste, 86 en Puntarenas y 36 en Limón. La calidad microbiológica del agua se obtiene comparando los resultados obtenidos con los “Criterios Microbiológicos para Evaluar las Aguas de Mar para la Natación”, que se presentan en el cuadro 1.

Evaluación de la calidad microbiológica de las FTC para cada playa

La evaluación microbiológica de las FTC sobre las playas, se realizó mediante la determinación de CF/100 mL en las aguas de las desembocaduras de los ríos, quebradas, esteros y descargas de aguas residuales; a dichos datos se les aplicó el cuadro 2, la cual forma parte del IRS.

Los análisis de CF/100 mL en las aguas de mar y las FTC se realizaron siguiendo los procedimientos de los Métodos Estándar [14].

Cuadro 1. Criterios Microbiológicos para Evaluar las Aguas de Mar para Natación y el Aporte al Índice de Riesgo Sanitario

Promedio geométrico de CF/100 mL	Calidad	Clase	Código de colores	Aporte al IRS
≤10	Excelente	AA	Azul	50
>10-100	Buena	A	Verde	40
>100-240	Regular	B	Amarilla	30
>240-500	Mala	C	Naranja	20
>500-1000	Muy mala	D	Café	10
>1000	Pésima	E	Rojo	0

FUENTE: LNA, modificado por Mora, D.

Cuadro 2. Aportes de Índice de Riesgo Sanitario de las Fuentes Terrestres de Contaminación sobre las Playas de Costa Rica

Número de descargas de aguas residuales y desembocaduras de ríos, quebradas y esteros	Promedio geométrico de CF/100 mL	Puntaje obtenido en el IRS
0	0	50
1	≤1000	45
1 (Menor a 25 m de ancho)	>1000-5000	40
1* o 2 o más	>1000-5000	30
1 (Menor a 25 m de ancho)	>5000-10000	20
1*, 2 o más	>5000-10000	10
1 o más	>10000	0

Nota. *Si el río, quebrada o estero tiene un ancho de 25 metros, el promedio geométrico y puntaje que le corresponde es el siguiente más alto.

FUENTE: IRS del LNA.

Evaluación del riesgo sanitario de cada playa

La evaluación de riesgo sanitario se realizó con la clasificación que se presenta en el cuadro 3, combinando los datos aportados por los cuadros 1 y 2.

Comparación de la calidad microbiológica en la evaluación de riesgo sanitario de las playas

Con el propósito de observar la diferencia entre los resultados de la calidad microbiológica del agua y la evaluación de riesgo sanitario de las 184 playas, se seleccionaron las playas que clasificaron con IRS “Muy Alto”, “Alto” y “Moderadamente Alto”, y se compararon con la calidad microbiológica de las playas de acuerdo al Xg de CF/100 mL obtenido en cada playa respectiva, que las clasificaron como “Muy Mala”, “Mala” y “Regular”.

Elaboración de recomendaciones

En términos generales, se proponen recomendaciones para tomar medidas correctivas y planificar el desarrollo de las respectivas zonas costeras, con la participación activa de la sociedad civil y de los respectivos municipios.

Cuadro 3. Índice para Evaluar el Riesgo Sanitario en las Playas de Costa Rica.

Puntaje obtenido en la sumatoria de variables de las fuentes de contaminación y las aguas de playa	Riesgo sanitario	Código de colores
0-50	Muy Alto	Rojo
>5-60	Alto	Café
>60-70	Moderadamente Alto	Naranja
>70-80	Bajo	Amarillo
>80-90	Muy Bajo	Verde
>90-100	Nulo	Azul

FUENTE: IRS del LNA

Limitaciones del estudio

Para identificar las FTC en el entorno de cada playa se realizó una inspección sanitaria; no obstante, podrían existir descargas de aguas residuales de ríos, quebradas o esteros que hayan pasado inadvertidas para los funcionarios del LNA (por ejemplo, al presentar una condición estacional), y por lo tanto no se toman en cuenta en la evaluación de riesgo sanitario.

Por otro lado, existen hoteles que descargan sus aguas residuales al mar en horas de la noche, mientras que el LNA realiza los muestreos e inspecciones en horas del día, lo que dificulta su identificación y evaluación.

Resultados

Para efectos prácticos, y debido a la gran cantidad de playas estudiadas en el periodo de evaluación del presente estudio, los resultados se presentan por provincia y a nivel nacional mediante tablas, incluyendo datos como:

- El Xg de CF/100 mL del agua de mar.
- Aporte porcentual del IRS de las aguas de mar.
- El Xg de CF/100 mL de las FTC presentes en cada playa.
- Aporte porcentual del IRS de las FTC presentes en cada playa.
- Porcentaje total del IRS de las aguas de cada playa.
- Ámbito obtenido en cada playa.
- Clasificación de clase de cada playa.
- Calidad del agua para cada playa.
- IRS del agua de cada playa.
- Codificación por colores.

Por otra parte, se presentan cuatro tablas que resumen los resultados de la evaluación con el IRS para cada una de las playas, de acuerdo a las respectivas provincias y para la totalidad del país.

Evaluación del riesgo sanitario de las playas de Guanacaste

En el cuadro 4 se presentan los resultados de la evaluación del riesgo sanitario de las 62 playas de Guanacaste, aplicando el IRS.

Cuadro 4. Evaluación del Riesgo Sanitario de 62 Playas de la Provincia de Guanacaste: 2010-2017

#	Playa	X Geo A Mar	IRS Mar	X Geo FTC	IRS FTC	IRS Playa	Ambito	Clase	Calidad	IRS Agua	Codigo
1	Hermosa de Carrillo	10	40	12528	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
2	Coco sector Sur	10	40	21610	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
3	Tamarindo Norte	9	50	47476	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
4	Brasilito	10	40	5356	20	60	>50-60	E	Mala	Alto	Café
5	Potrero 2	6	50	7045	20	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente alto	Naranja
6	Tamarindo Sur	9	50	9436	20	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente alto	Naranja
7	Samara Sur	14	40	2400	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
8	Nosara	16	40	2429	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
9	Puerto Carrillo	13	40	968	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
10	Potrero 1	9	50	3138	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
11	Camaronal	7	50	1400	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
12	Corazalito	4	50	1341	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
13	Samara	8	50	1327	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
14	Ostional	8	50	1625	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
15	Panama	5	50	240	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
16	Arenilla	4	50	430	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
17	Monte del Barco	5	50	930	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
18	Mata Palo de Carrillo	8	50	472	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
19	Manzanillo (Liberia)	7	50	308	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
20	Jobo	4	50	57	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
21	Morro	9	50	40	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
22	Nacascolo	3	50	750	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
23	Flamingo	6	50	100	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
24	Conchal	5	50	125	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
25	Ventana	5	50	905	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
26	Punta El Madero	5	50	108	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
27	Ávellana	9	50	59	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
28	Junquillal	5	50	204	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
29	San Miguel de Bejuco	4	50	107	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
30	Caletas	2	50	43	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
31	Puerto Coyote	5	50	514	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
32	Coyote	5	50	117	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
33	Punta Islita	5	50	760	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
34	Venado	2	50	97	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
35	Buenas Vista Samara	5	50	37	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
36	Garza	6	50	759	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
37	Cocos de Marbella	3	50	457	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
38	Ocotal	5	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
39	Azul de Carrillo	3	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
40	Coco sector norte	6	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
41	Buena	5	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
42	Guacamaya	5	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
43	Zapotal	6	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
44	Bahía Junquillal	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
45	Manzanillo La Cruz	5	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
46	Rajada	5	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
47	Bolaños (Coyotera)	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
48	Copal	5	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
49	Penca	5	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
50	Pan de Azucar	5	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
51	Dantas	5	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
52	Danticas	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
53	Grande	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
54	Langosta	3	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
55	Mansita	3	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
56	Bonita	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
57	Coyote Costa de Oro	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
58	Pelada de Nosara	7	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
59	Guioners de Nosara	6	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
60	Frijolar	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
61	Azul de Santa Cruz	3	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
62	San Juanillo	2	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul

El cuadro 5 resume la evaluación de las 62 playas de Guanacaste, según su clasificación de acuerdo al IRS.

Cuadro 5. Resumen de los Resultados de la Evaluación de Riesgo Sanitario de las Playas de Guanacaste 2010-2017

Riesgo Sanitario	Puntaje obtenido	Código de colores	Número de playas	%
Muy alto	0-50	Rojo	3	4,85
Alto	>50-60	Café	1	1,61
Moderadamente Alto	>60-70	Naranja	2	3,22
Bajo	>70-80	Amarillo	2	3,22
Muy bajo	>80-90	Verde	6	9,69
Nulo	>90-100	Azul	48	77,41
Total			62	100

FUENTE: Elaborado por los autores.

Evaluación del riesgo sanitario de las playas de Puntarenas

El cuadro 7 presenta los resultados de la evaluación del riesgo sanitario de las 86 playas estudiadas en la provincia de Puntarenas, de acuerdo al IRS.

En el cuadro 6 se resume la distribución de las 86 playas estudiadas en Puntarenas, según el IRS obtenido.

Cuadro 6. Resumen de los Resultados de la Evaluación de Riesgo Sanitario de las Playas de Puntarenas 2010-2017

Riesgo Sanitario	Puntaje obtenido	Código de colores	Número de playas	%
Muy alto	0-50	Rojo	7	8,13
Alto	>50-60	Café	2	2,33
Moderadamente Alto	>60-70	Naranja	3	3,49
Bajo	>70-80	Amarillo	14	16,30
Muy bajo	>80-90	Verde	21	24,40
Nulo	>90-100	Azul	39	45,35
Total			86	100

FUENTE: elaborado por los autores.

Evaluación del riesgo sanitario de las playas de Limón

El cuadro 8 presenta la evaluación del riesgo sanitario de las 36 playas del litoral Caribe de la Provincia de Limón, de acuerdo al IRS.

Cuadro 7. Evaluación del Riesgo Sanitario de 86 Playas de la Provincia de Puntarenas 2010-2017

#	Playa	X Geo A Mar	IRS Mar	X Geo FTC	IRS FTC	IRS Playa	Ambito	Clase	Calidad	IRS Agua	Codigo
1	Golfito	1384	0	75595	0	0	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
2	Quepos	18	40	55767	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
3	Jaco	13	40	47343	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
4	Herradura Sur	18	40	24607	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
5	Tarcoles	24	40	12160	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
6	Mantas	9	50	8661	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
7	Montezuma	8	50	102995	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
8	Esterillos Centro	17	40	6541	20	60	>50-60	E	Mala	Alto	Café
9	Espadilla Norte	15	40	8952	20	60	>50-60	E	Mala	Alto	Café
10	Juanito Mora (Jimenez)	351	20	0	50	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente alto	Naranja
11	Puntarenas	13	40	1060	30	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente alto	Naranja
12	Roble	20	40	1258	30	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente alto	Naranja
13	La Macha (Tulemar)	11	40	1153	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
14	Para	15	40	1568	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
15	Herradura Norte	43	40	3022	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
16	Hacienda Vieja (Isla San Lucas)	240	30	0	50	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
17	Agujas	20	40	4981	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
18	Esterillos Oeste	19	40	1410	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
19	Pochote	22	40	1457	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
20	Mata Palo	15	40	4300	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
21	Dominicalito	35	40	4437	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
22	Dominicalito (Rocas de Amanci)	166	30	0	50	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
23	Punta Uvita	11	40	1402	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
24	Pavones 1	13	40	1951	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
25	Pavones 2	57	40	1018	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
26	Puerto Jimenez	12	40	3551	40	80	>70-80	C	Buena	Bajo	Amarillo
27	Bejuco	11	40	94	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
28	Esterillos Este	11	40	269	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
29	Isla Palo Seco	14	40	911	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
30	La Palma	11	40	791	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
31	Curu	13	40	336	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
32	Tambor	16	40	431	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
33	Dominical	14	40	547	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
34	Hermosa Osa	12	40	812	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
35	Tortuga	10	40	828	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
36	Blanca Jimenez	10	40	512	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
37	Colorado de Drake	13	40	665	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
38	Playitas	4	50	4300	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
39	Pita	14	40	0	50	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
40	Limoncito	3	50	1140	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
41	Doña Ana	11	40	0	50	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
42	Blanca de Paquera	16	40	0	50	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
43	Albina	13	40	0	50	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
44	Quizales	4	50	1630	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
45	Manzanillo Cobano	4	50	1015	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
46	Cacao	75	40	0	50	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
47	Madrigal	3	50	1037	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
48	Hermosa	5	50	656	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
49	Pogeres	6	50	9	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
50	Blanca	4	50	554	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
51	Azul Garabito	5	50	52	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
52	Caldera	8	50	855	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
53	Isla Tortuga	3	50	268	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
54	Organos	9	50	344	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
55	Pajaros	4	50	7	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
56	Mal País	9	50	918	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
57	Chathan	5	50	23	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
58	Wafer	5	50	435	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
59	Colonia	9	50	726	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
60	Ballena 1	6	50	160	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
61	Ballena 2	5	50	245	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
62	Piñuela	9	50	380	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
63	Arcos	8	50	586	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
64	Ventanas	4	50	634	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
65	San Pedrillo	5	50	246	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
66	Zancudo	7	50	696	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
67	Platanares	4	50	409	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
68	Carate	6	50	669	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
69	Nicuesa	6	50	434	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
70	Cativo	5	50	906	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
71	Gemelas	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
72	Pto. Escondido	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
73	Espadilla Sur	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
74	Manuel Antonio	6	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
75	Bochinche	9	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
76	Leona de Paquera	6	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
77	Margarita	2	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
78	Tropical	2	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
79	Quecera	3	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
80	Hermosa Cobano	6	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
81	Santa Teresa	7	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
82	El Carmen	5	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
83	Linda de Savegre	3	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
84	Barú	8	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
85	Azul Golfito	6	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
86	Garza de Osa	1	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul

Cuadro 8. Evaluación del Riesgo Sanitario de 36 Playas de la Provincia de Limón: 2010-2017

#	Playa	X Geo A Mar	IRS Mar	X Geo FTC	IRS FTC	IRS Playa	Ambito	Clase	Calidad	IRS Agua	Codigo
1	Portete	46	40	23463	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
2	Limon (Bañero Municipal)	688	40	1106207	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
3	Cieneguita	9	50	22697	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
4	Cocles Sur	6	50	21849	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
5	Puerto Viejo	6	50	35658	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
6	Puerto Viejo Salsa Brava	5	50	10158	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
7	Limon Centro	22	40	8133	20	60	>50-60	E	Mala	Alto	Café
8	Bonita	8	50	6757	20	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente alto	Naranja
9	Negra de Puerto Viejo 2	7	50	6736	20	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente alto	Naranja
10	San Francisco	11	40	187	45	85	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
11	Barra de Tortuguero	5	50	1056	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
12	Barra de Matina	5	50	4743	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
13	Laguna Urtiano Sur 1	5	50	2068	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
14	Laguna Urpiano Sur 2	3	50	1493	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
15	Pacuare Sur	10	40	0	50	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
16	Moin	3	50	1099	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
17	Piuta	20	40	0	50	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
18	Isla Uvita (Quiribri)	17	40	0	50	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
19	Punta Uva	6	50	1960	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
20	Blanca de Cahuita	7	50	2187	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
21	Negra Cahuita 1	4	50	2867	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
22	Negra Cahuita 2	5	50	1612	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
23	Negra de Puerto Viejo 1	5	50	1115	40	90	>80-90	B	Muy buena	Muy bajo	Verde
24	Barra de Colorado Sur	6	50	72	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
25	Pacuare Norte	5	50	713	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
26	Mondonguillo	5	50	15	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
27	Grande Parque Nacional Cahuita	7	50	245	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
28	Manzanillo Limón	9	50	309	45	95	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
29	Barra de Parismina	3	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
30	Moin Norte	8	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
31	Westfalia	6	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
32	Chiquita	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
33	Cocles	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
34	Puerto Vargas	6	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
35	Net Creek	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul
36	Gandoca	4	50	0	50	100	>90	A	Excelente	Nulo	Azul

El cuadro 9 resume los resultados obtenidos en las playas de la provincia de Limón, según la evaluación con el IRS.

Cuadro 9. Resumen de los Resultados de la Evaluación de Riesgo Sanitario de las Playas de Limón 2010-2017

Riesgo Sanitario	Puntaje obtenido	Código de colores	Número de playas	%
Muy alto	0-50	Rojo	6	16,7
Alto	>50-60	Café	1	2,8
Moderadamente Alto	>60-70	Naranja	2	5,5
Bajo	>70-80	Amarillo	0	0,0
Muy bajo	>80-90	Verde	14	38,9
Nulo	>90-100	Azul	13	36,1
Total			36	100

FUENTE: elaborado por los autores.

Comparación entre resultados de la calidad microbiológica de las aguas de playa y la evaluación del riesgo sanitario

Para efectos prácticos y comparativos se presenta el cuadro 10, que compara la calidad microbiológica de las aguas de playa y los resultados obtenidos con el IRS. Se seleccionaron las playas que clasificaron con IRS “Muy Alto”, “Alto” y “Moderadamente Alto”, y se compararon con la calidad microbiológica de las playas de acuerdo al Xg de CF/100 mL obtenido en cada playa respectiva, que las clasificaron como “Muy Mala”, “Mala” y “Regular”.

Cuadro 10. Playas con Clasificación de Riesgo Sanitario: “Muy Alto”, “Alto” y “Moderadamente Alto” en Costa Rica: 2010 a 2017

Puntarenas											
#	Playa	X Geo A Mar	IRS Mar	X Geo FTC	IRS FTC	IRS Playa	Ambito	Clase	Calidad	IRS Agua	Codigo
1	Golfito	1384	0	75595	0	0	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
2	Quepos	18	40	55767	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
3	Jaco	13	40	47343	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
4	Herradura Sur	18	40	24607	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
5	Tarcoles	24	40	12160	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
6	Mantas	9	50	8661	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
7	Montezuma	8	50	102995	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
8	Esterillos Centro	17	40	6541	20	60	>50-60	E	Mala	Alto	Café
9	Espadilla Norte	15	40	8952	20	60	>50-60	E	Mala	Alto	Café
10	Juanito Mora (Jiménez)	351	20	0	50	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente Alto	Naranja
11	Puntarenas	13	40	1060	30	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente Alto	Naranja
12	El Roble	20	40	1258	30	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente Alto	Naranja
Guanacaste											
10	Hermosa de Carrillo	10	40	12528	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
11	Coco sector Sur	10	40	21610	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
12	Tamarindo Norte	9	50	47476	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
13	Brasilito	10	40	5356	20	60	>50-60	E	Mala	Alto	Café
14	Potrero 2	6	50	7045	20	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente Alto	Naranja
15	Tamarindo Sur	9	50	9436	20	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente Alto	Naranja
Limón											
14	Portete	46	40	23463	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
15	Limon (Balneario Municipal)	688	40	1106207	0	40	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
16	Cieneguita	9	50	22697	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
17	Cocles Sur	6	50	21849	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
18	Puerto Viejo	6	50	35658	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
19	Puerto Viejo Salsa Brava	5	50	10158	0	50	0-50	F	Muy mala	Muy alto	Rojo
20	Limon Centro	22	40	8133	20	60	>50-60	E	Mala	Alto	Café
21	Bonita	8	50	6757	20	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente Alto	Naranja
22	Negra de Puerto Viejo 2	7	50	6736	20	70	>60-70	D	Regular	Moderadamente Alto	Naranja

El cuadro 10 resume los resultados obtenidos en la totalidad de las playas de Costa Rica evaluadas, según el IRS.

Análisis de resultados

Las evaluaciones del riesgo sanitario de las 184 playas estudiadas en Costa Rica, en las provincias costeras de Guanacaste, Puntarenas y Limón, indican que:

- De las 62 playas estudiadas en Guanacaste 3 calificaron con riesgo “Muy Alto”, 1 con “Alto”, 2 con “Moderadamente Alto”, 2 con “Bajo”, 6 con “Muy Bajo” y 48 con “Nulo”.
- De las 86 playas estudiadas en Puntarenas 7 se clasificaron con riesgo “Muy Alto”, 2 con “Alto”, 3 con “Moderadamente Alto”, 14 con “Bajo”, 21 con “Muy Bajo” y 39 con “Nulo”.

- De las 36 playas evaluadas en el Caribe limonense 6 calificaron con riesgo “Muy Alto”, 1 con “Alto”, 2 con “Moderadamente Alto”, 0 con “Bajo”, 14 con “Muy Bajo” y 13 con “Nulo”.
- De las 184 playas estudiadas 16 calificaron con riesgo “Muy Alto” para 8,69%, 4 con “Alto” para 2,17%, 7 con “Moderadamente Alto” para 3,80%, 16 con “Bajo” para 8,69%, 41 con “Bajo” para 22,30%, y 100 con “Nulo” para 54,4%.
- Como se observa, 27 de las 184 playas evaluadas calificaron con riesgo “Moderadamente Alto”, “Alto” y “Muy Alto”, para un 15,19%.
- De las 184 playas estudiadas el 8,69% calificaron como riesgo “Bajo”, 22,30% con “Muy Bajo” y 54,4 con “Nulo”, para un 84,81% del total.
- La provincia de Guanacaste cuenta con un total de 77,44% de playas con riesgo “Nulo”, y solamente el 4,84% presentan riesgo “Muy Alto”.
- En la provincia de Puntarenas, con 86 playas estudiadas, 45,35% calificaron con riesgo “Nulo” y 8,13% con riesgo “Muy Alto”.
- En la provincia de Limón, de las 36 playas estudiadas, el 36,10% obtuvieron calificación de riesgo “Nulo” y el 16,7% de riesgo “Muy Alto”.
- A nivel de país, de las 184 playas estudiadas 100 se calificaron con riesgo “Nulo” para 54,4%, y 16 con de riesgo “Muy Alto” para 8,63%.
- Por otro lado, si se analizan solo los datos de Xg de CF/100 mL, se observa que:
 - En Guanacaste solamente 3 playas presentaron calificación de Xg superior a 10 CF/100 mL para un 4,8%; es decir, el 95,2% de las playas presentaron datos menores a este valor, lo cual indica una excelencia en la calidad sanitaria de sus aguas.
 - En Puntarenas de las 86 playas estudiadas 46 presentaron Xg de CF/100 mL menor o igual a 10 CF/100 mL, para un 53,49%. En tres zonas, ubicadas en el mar de Golfito, el Xg de CF/100 mL fue de 1.384/100 mL; en Juanito Mora de Jiménez, la playa obtuvo 351 CF/100 mL, y en Hacienda Vieja (San Lucas) se obtuvieron 240 CF/100 mL; estos datos indican que el 3,49% de las playas de Puntarenas no son aptas para la natación. También, aunque la playa de Dominicalito alcanzó un Xg de CF/100 mL de 166, todavía es apta para la natación. En resumen, el 95,34% de las playas de esta provincia obtuvieron menos de 100 CF/100 mL.
 - En el caso de Limón, de las 36 playas estudiadas 29 presentaron Xg de CF/100 mL menor o igual a 10 CF/100 mL, para un 80,55%. Además, 5 playas presentaron Xg de CF/100 mL entre 11 y 20 CF/100 mL (16,7%); es decir, la sumatoria indica que el 97,25% tienen Xg CF/100 mL menor o igual a 20.
 - En el caso de la playa del Balneario Municipal de Limón, su Xg de CF/100 mL es de 688, que lo califica como una de las playas más contaminadas del país.
 - A nivel nacional, de las 184 playas estudiadas 134 obtuvieron un Xg menor o igual a 10 CF/100 mL para un 72,8%, lo cual indica que son playas de excelente calidad sanitaria (tipo AA). Lógicamente, estos resultados contrastan con el 14,67% de las playas (27) que obtuvieron una evaluación de riesgo sanitario de “Moderadamente Alto”, “Alto” y “Muy Alto”.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El análisis de los resultados nos permite hacer las siguientes conclusiones:

- De las 184 playas estudiadas en el periodo 2010-2017, 157 (85,39%) calificaron con riesgo “Bajo”, “Muy Bajo” y “Nulo”.
- Solamente el 14,67% (27 playas) calificaron con riesgo “Moderadamente Alto”, “Alto” y “Muy Alto”.
- Lógicamente, las playas con mayor riesgo son aquellas con FTC como desembocaduras de ríos, esteros y descargas de alcantarillado o aguas residuales.
- Con la evaluación de la calidad microbiológica, 134 (72,82%) presentan leves contaminaciones con CF/100 mL, menores o iguales a 10 CF/100 mL; es decir, el 72,8% de las playas de Costa Rica califican como tipo AA o de excelente calidad sanitaria. Además, solo 4 playas sobrepasaron los 240 CF/100 mL, calificándolas como no aptas para la natación; dichas playas fueron la zona marítima de Golfito, Juanito Mora en Puerto Jiménez, Hacienda Vieja en Isla San Lucas y Balneario Municipal de Limón.
- De las 184 playas estudiadas 5 obtuvieron Xg de CF/100 mL superiores a 100 CF/100 mL, (2,7%); es decir, al menos el 97% de nuestras playas presentan valores inferiores a 100 CF/100 mL.
- En la mayoría de las playas que presentaron más de 5.000 CF/100 mL en sus FTC, se reportaron valores superiores a 10 CF/100 mL en las aguas de playa.

Recomendaciones

La evaluación de riesgo sanitario implementado por el Laboratorio Nacional de Aguas en el 2009, ha permitido discernir entre el nivel de contaminación fecal de las aguas de playa y el riesgo potencial de esas mismas playas ocasionado por las FTC que drenan en sus aguas. En razón de esto, es recomendable profundizar y afinar el modelo de evaluación de riesgo sanitario en nuestras playas, en busca de su protección para el disfrute de las actuales y nuevas generaciones.

Con el propósito de profundizar en los estudios sanitarios de las aguas de playa, es necesario abordar otros tipos de indicadores microbiológicos como virus, bacteroides y otras bacterias vinculadas con enfermedades transmitidas por ingesta o contacto con el agua marina [15] [16] [17] [18].

Referencias

- [1] Instituto Costarricense de Turismo. *Plan Nacional de Desarrollo Turismo Sostenible 2002-2012*. San José. Costa Rica. ICT; 2002: sp.
- [2] Darner A. Mora, Carlos F. Portuquez. *Agua Potable y Saneamiento: cobertura en Viviendas y más allá del Hogar al 2017*. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2018: 1-26.
- [3] Brunker Tilmar. *Estudio de la Calidad Sanitaria de las aguas del balneario de Puntarenas*. Tesis de grado, San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica; Departamento de Microbiología; 1963: sp.
- [4] Fernández B, Brunker T, González C. *Calidad Sanitaria de las Aguas de la Playa de Puntarenas*. II recalificación. Acta Médica Costarricense 14 (2); 1971: 91-100.

- [5] Mora Darner; et al. *Calidad Sanitaria de las Aguas de las Playas de Limón, periodo 1981-1984*. Revista Tecnológica en Marcha. ITCR. Vol. 8 (2-3); 1987: 15-22.
- [6] Mora D, et al. *Criterios bacteriológicos y calidad sanitaria de las aguas de las Playas de Costa Rica 1986-1987*. Revista Tecnología en Marcha, ITCR 9 (3); 1989: 45-49.
- [7] Mora D, Fonseca R, Vega J, Murillo J. *Programa Bandera Azul Ecológica: antecedentes, presente y futuro*. Tres Ríos. La Unión; segunda edición (Revista del PBAE); 2003: sp.
- [8] Darner A. Mora. *Calidad Sanitaria de las aguas de playa de Costa Rica*. San José, Costa Rica. Editorial. Campo Directo. K.C. S.A; 2007; 1-110.
- [9] Darner a. Mora, Carlos Portuguez, Jesús Vega. Índice de Evaluación de Riesgo Sanitario de las playas de Costa Rica. Tres Ríos, La Unión. Laboratorio Nacional de Aguas; 2010: 1-7.
- [10] Darner A. Mora. *Evaluación del Riesgo Sanitario de las Playas de Costa Rica: 1996-2009*. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2010; sp.
- [11] Gauter, M.J. *Poblaciones bacterianas en el medio marino*. Madrid. Ediciones Omega S.A; 1980: 1- 120.
- [12] Organización Mundial de la Salud. *Guidelines for safe recreational water environments*. OMS, Geneva. Vol 1. Coastal and frish water; 2003.
- [13] Rosario, K., et al. *Pepper mild motle viruses as an indicator of fecal pollution*. Appli. Enviroment Microbiol; 2009: 7161-7267.
- [14] American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23° ed.). Washington, EEUU: American Public Health Association.
- [15] Arnold, B.F, et al. *Acute gastroenteric and recreational highest burden among young*. US. Children. Am. J. Public Heath, 106 (9); 2016: 1680-1697.
- [16] Surger, V., Hass, C.N. *Quantitative microbial risk assessment for recreational exposere to water bodies in Philadelphic*. Water Envinon. Rso 87(3); 2015: 211-223.
- [17] Timothy J. Wade, et al. *Asymptomatic norovirus infection associated with swimming at a tropical beach: A prospective cohort study*. P/ODS ONE/<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195056>; Mouch, 2018: 1-14.
- [18] Warish Ahmed, et al. *Quantitative microbial risk assessment of microbial source tracking marken in recreational water contaminated with fresh intreated and secondary*. Environment International 117; (2018): 243-249.