Calidad microbiológica del agua de las playas de la Región Caribe Colombiana

Maria Roció Goenaga Iglesias

Moisés David Bandera Jiménez

Tutor

Hernando José Bolívar Anillo Ph.D

Universidad Simón Bolívar

Facultad de ciencias básicas y biomédicas

Programa de microbiología

8vo semestre

Barranquilla, Atlántico

Noviembre, 2021.

Resumen

Las playas son de gran importancia para el turismo, ya que brinda muchas oportunidades de trabajo, además crean una recreación para todas las personas para que puedan divertirse en ellas, también estas brindan un habitad para animales marinos y plantas, actúan como defensas a fuertes vientos; pero sin embargo la contaminación en los mares cada día crece mucho más, afectando a los nadadores provocando posibles enfermedades o infecciones al contraer algún agente patógeno. En esta investigación, se realizó una revisión bibliográfica con el fin de conocer y estudiar cual es la calidad microbiológica de las playas dentro de la región caribe colombiana, como lo son las playas de la Guajira, Magdalena, Atlántico y Bolívar.

Palabras claves: contaminación, coliformes, *Enterococos*, playas turísticas.

Abstract

The beaches are of great importance for tourism, since they offer many job opportunities, they also create a recreation for all people so that they can have fun on them, they also provide a habitat for marine animals and plants, they act as defenses against strong winds; However, pollution in the seas grows much more every day, affecting swimmers, causing possible diseases or infections when contracting a pathogen. In this research, a bibliographic review was carried out in order to know and study what is the microbiological quality of the beaches within the Colombian Caribbean region, such as the beaches of La Guajira, Magdalena, Atlántico, and Bolívar.

Keywords: pollution, coliforms, Enterococcos, tourist beaches.

Introducción

Las playas son ecosistemas naturales, de gran importancia turística nacional e internacional, ya que estas ofrecen un gran atractivo, ya sea por sus grandiosos paisajes o las múltiples actividades divertidas que se pueden realizar allí, por lo cual el turismo también promueve el crecimiento regional generando empleo y beneficios económicos. Una de las mayores riquezas que posee Colombia son sus mares y costas (López Úbeda, 2016). Su posición privilegiada le permite tener una costa sobre el mar caribe, una gran extensión en áreas marinas y una muestra representativa de los ecosistemas tropicales de mayor diversidad e importancia para la conservación en el mundo (Vivas-Aguas et al., 2012). Las playas colombianas a lo largo del tiempo han sido un gran atractivo a nivel nacional, se ha reportado que en Colombia el 68 % de los extranjeros que entran al país es a disfrutar las diferentes playas turísticas (Gallardo, 2013), pero el incremento de las actividades industriales, acompañados por el mal manejo de los recursos naturales han provocado un deterioro progresivo de los ecosistemas costeros y oceánicos, así como de los bienes y usos derivados (Ramos et al., 2008).

La Región Caribe de Colombia es un área continental y marítima localizada al norte de Sudamérica y debe su nombre a sus límites con el Mar Caribe. El Caribe continental colombiano se localiza entre los 12º 60 y 7º 80 de latitud norte y los 75º y 71º de longitud al oeste de Greenwich, posee un área de 536.574 Km^2 en el Mar Caribe, la zona continental cuenta con 1.600 kilómetros aproximados de litoral (Zamora Martinez & Delgado Muñoz, 2019).

La región Caribe está conformada por los departamentos Atlántico, Bolívar, Magdalena, La Guajira, Cesar, Córdoba y Sucre, (Vivas-Aguas et al., 2012); el Caribe colombiano cuenta con una ubicación geográfica privilegiada, con diversidad de ecosistemas de una importante riqueza biológica como sus playas turísticas, sus paisajes, su naturaleza (Gallardo Garcia, 2013).

En forma general, en la costa del caribe colombiano se han identificado

unos de los principales focos de contaminación como contaminantes químicos e inorgánicos y también de tipo microbiológico, constituyendo las aguas vertidas de diversas fuentes como lo son las aguas domésticas e industriales (Vivas-Aguas et al., 2012).

La problemática de la contaminación de las playas del caribe colombiano y sus implicaciones para la salud de los ecosistemas acuáticos costeros y la salud humana, se encuentra claramente relacionada con los hidrocarburos del petróleo, los metales pesados, contribuyendo a la alteración el exceso de nutrientes y materia orgánica y por el aporte de microorganismos de origen fecal; contribuyendo a la alteración de los parámetros físicos químicos y microbiológicos afectando así a la calidad de las playas (Acevedo Barrios, 2017).

Con respecto a la problemática descrita, se han planteado diferentes normativas, que buscan garantizar la calidad de las aguas de las zonas costeras, y así poder catalogar si son aptas o no para los bañistas Los parámetros que se le deben dar seguimiento son Coliformes fecales y totales, Enterococos, *Escherichia coli*, de tal forma estas son indicadores de contaminación fecal en las aguas residuales de los lugares cercanos a las playas, estos son unos de los principales causantes del deterioro de la calidad de las aguas del mar (ICONTEC, 2015).

La norma que rigüe en Colombia para la calidad sanitaria de la playa es el Decreto N°1594 de 1984, la cual exige medir los indicadores de Coliformes fecales y totales, otras normas conocidas internacionalmente que tienen mayor relevancia son la es Directiva 2006/7/CE de 2006 (Unión Europea) que solo evalúa *Streptococos fecales* y *E. coli*, y otra también conocida es EPA-823-R-03-008 (Estados Unidos) que esta evalúa *Entorococcus*.

Esta investigación tuvo como objetivo, estudiar la calidad microbiológica de las playas dentro de la región caribe como lo son las playas de la Guajira, Magdalena, Atlántico, y Bolívar. Donde existe una gran diversidad de microorganismos como lo son Coliformes fecales, Coliformes totales,

Enterococos y hongos, que puedan generar complicaciones en la salud de los bañistas.

Figura 1. Playas analizadas en este estudio: Atlántico (a), Guajira (b), Bolívar (c), Magdalena (d).

Zona de estudio

Se evaluaron la calidad sanitaria de las playas del Caribe Colombiano, las cuales están repartidas en el recorrido de los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico y Bolívar (Figura 1).

Guajira

Está al extremo Norte de la República de Colombia y sus territorios hacen parte de la Región Caribe, coordenadas 10°23'08" y 12°28'07" de latitud norte, 71°06'52" y 73°40'12" de longitud oeste, cuenta con una extensión 20.484 Km^2, representa el 1.82% del territorio nacional (Meisel-Roca & Pérez-Valbuena, 2008).

Figura 2. Departamento de la Guajira, Colombia.

Magdalena

Está ubicada al Norte de la República de Colombia, coordenadas 08°57'53" y 11°20'57" de latitud norte, 73°31'38" y 74°57'12" de longitud oeste, cuenta con una extensión de 23.188 Km^2, representa el 2.03 % del territorio nacional y 11.5% en relación a la Llanura del Caribe (Meisel-Roca & Pérez-Valbuena, 2008).

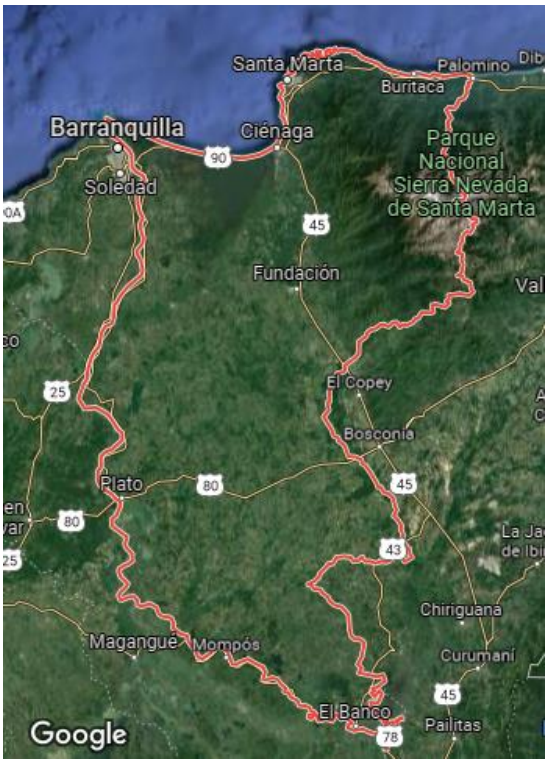

Figura 3. Departamento del Magdalena, Colombia.

Atlántico

Está ubicado en el extremo Norte de la República de Colombia, sus territorios están a la izquierda del Valle de Magdalena, así haciendo parte de la Región Caribe, coordenadas 10° 15' 36 " Sur de San Pedrito y 11° 06’37’’ Bocas de Ceniza de latitud Norte. 74°42’47’’ margen izquierda del río Magdalena y 75°16’34’’ intersección Santa Catalina y Arroyo grande de longitud oeste, tiene una extensión de 3.386 Km^2, cuenta con 0.29 % del territorio nacional y posee 90 km de litorales del mar caribe colombiano (Meisel-Roca & Pérez-Valbuena, 2008).

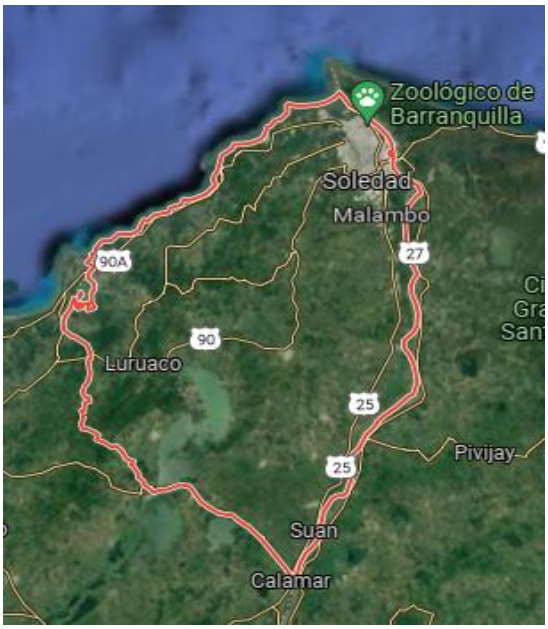

Figura 4. Departamento del Atlántico, Colombia.

Bolívar

Está ubicada en el extremo Norte de la república de Colombia, haciendo parte de la región Caribe colombiana, coordenadas 07° 00' 04" y 10° 48' 24" de latitud Norte, 73° 44' 59" y 75° 42' 31” de longitud Oeste, una extensión de 25.978 Km^2, cuenta con el 2.28 % del territorio nacional y representa el 2.28% del litoral nacional (Meisel-Roca & Pérez-Valbuena, 2008).

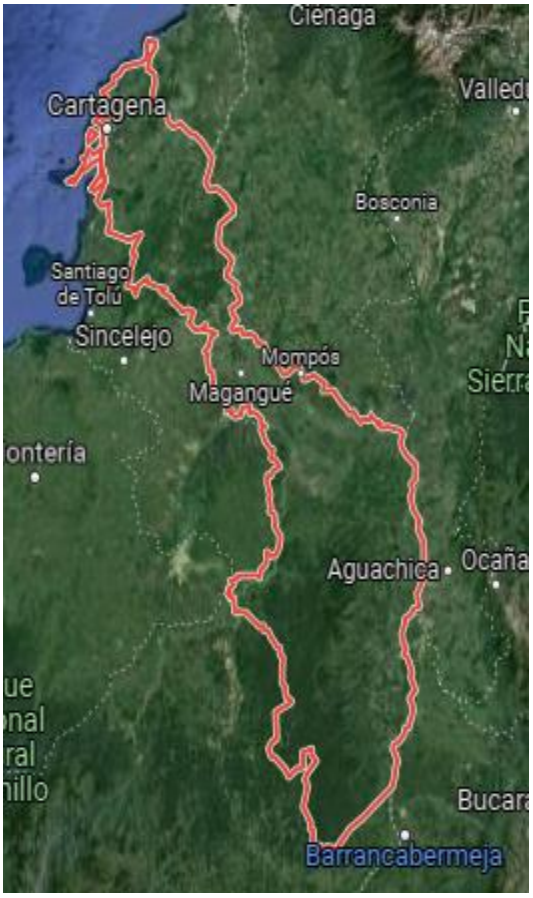

Figura 5. Departamento de Bolívar, Colombia.

Materiales y métodos

La revisión literaria es un análisis de diferentes documentos, acerca del tema se está indagando (Coral, 2016), y esta ha sido la principal metodología utilizada para esta investigación. Este estudio procede fuentes diversas, estableciendo relaciones intertextuales, se compara las diferentes postura frente a la problemática y, finalmente, redactar un texto donde se sinteticen resultados y conclusiones (Peña, 2010). En detalle, se analizaron las diferentes playas ubicas en los departamentos de la Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar y la documentación disponible, dándole primicia a los artículos científicos publicados nacional e internacionalmente, relacionadas a la calidad microbiológica de las aguas marinas de la Región Caribe Colombiana y para la cartografía situada en este trabajo se utilizó Google maps, Google Earth. Por último, toda la información se organizó por departamentos, con sus criterios establecidos para así lograr el objetivo de este estudio.

Resultados y discusión

Departamento de la Guajira

Martinez & Muñoz (2019), evaluaron la calidad sanitaria en las playas de Camarones, Dibulla, Palomino, Riocha; donde se determinaron la presencia de parámetros microbiológicos Coliformes fecales (CF), Coliformes totales (CT), Enterococos y Hongos, implementando técnicas de filtración por membrana; se tuvieron en cuenta las normativas internacionales para CF Decreto No. 253 de 1979 (Uruguay), Resolución CONAMA No. 274 de 2000 (Brasil), Resolución No. 222 de 2002 (Paraguay), y para Enterococos se tuvo en cuenta Resolución CONAMA No. 274 de 2000 (Brasil), EPA-823-R-03-008 (Estados Unidos), Directiva 2006/7/CE de 2006 (Unión Europea). Los resultados obtenidos fueron que la playa Camarón hay ausencia de hongos, CT (>250UFC/ 100 mL), CF (6 UFC/ 100 mL), Enterococos (40 UFC/100 mL), esta cumple con todas las normas establecidas, excepto la EPA-823- R-03-008, Dubilla presencia del hongo *Aspergillus*, CT (10 UFC/ 100 mL), CF (1 UFC/ 100 mL),

Enterococos (40 UFC/100 mL),cumple con todas las normas, excepto EPA-823- R-03-008, Palomino presencia del hongo *Aspergillus*, CT (12 UFC/ 100 mL), CF (2 UFC/ 100 mL), Enterococos (2 UFC/100 mL),cumple con todas las normas establecidas, Riocha ausencia de hongo CT (>250 UFC/ 100 mL), CF (>250 UFC/ 100 mL), Enterococos (32 UFC/100 mL), no cumple con las normativas establecidas para CF y solo cumple con las de Enterococos. Así mismo se pudo evidenciar utilizando el Indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS), para la presencia de hongos es buena para Riocha, Camarones y es mala para Palomino, Dibulla; en Coliformes es mala para Riocha y buena para Palomino, Camarones, Dibulla; Enterococos es buena para Riocha, Palomino y regular para Camarones, Dibulla. Esto se debe a fuentes animales y humanas por vertimientos de aguas residuales y disposición inadecuada de residuos sólidos.

Departamento del Magdalena

Alvarado & Luna (2020), evaluaron los parámetros microbiológicos, Coliformes totales (CT), Coliformes fecales (CF) y Enterococos fecales (EF), a través de la técnica del sustrato. Las muestras fueron recolectadas a diferentes profundidades 0,5 m, 1,0 m y 1,5. Los resultados obtenidos en playa salguero temporada alta CT (10.111 NMP/100 ml), CF (5.335 NMP/ 100 ml), EF (1.120 NMP/ 100 ml), temporada baja CT (7.556 NMP/ 100 ml), CF (2.638 NMP/ 100 ml), EF (800 NMP/ 100 ml), pozo colorado temporada alta CT (2.340 NMP/100 ml), CF (1.710 NMP/100 ml), EF (599 NMP/ 100 ml), temporada baja CT (2.235 NMP/ 100 ml), CF (727 NMP/ 100 ml) , EF (402 NMP/ 100 ml) , Neguanje temporada alta CT (724 NMP / 100 ml), CF (177 NMP/100 ml), EF (199 NMP / 100 ml), temporada baja CT (521 NMP/ 100 ml) , CF (161 NMP/ 100 ml), EF (199 NMP/ 100 ml). Los valores más altos de CT, CF y EF se registraron en la Playa Salguero obtenidas en la temporada de vacaciones, igual comportamiento también se observó en las playas de pozo colorado, pero en temporada turística baja y la playa del sector de Neguanje si se obtuvo los valores más bajos de CT, CF y EF en las dos

temporadas turística baja y alta. Los resultados que se obtuvieron en la playa salguero y pozos colorados de CT y CF, superan los valores de referencia establecidos por la normativa Decreto 1076/2015 – Art. 42 - 43. Esta contaminación en las aguas de las playas se debe por ciertos factores como la capacidad de carga turística, vertimiento de aguas residuales y condiciones climáticas.

Martinez & Muñoz (2019), realizaron una evaluación de la calidad sanitaria de las playa de Santa Marta, Buriticá, Ciénega, Los cocos, Taganga, Pozos colorados, donde utilizaron técnicas de filtración de membrana para determinar los parámetros microbiológicos de Coliformes totales (CT), Coliformes fecales (CF), Enterococos y cultivo de siembra para hongos, se tuvieron en cuenta las normativas internacionales y se compararon con los resultados, para CF a Decreto No. 253 de 1979 (Uruguay), Resolución CONAMA No. 274 de 2000 (Brasil), Resolución No. 222 de 2002 (Paraguay), y para Enterococos se tuvo en cuenta Resolución CONAMA No. 274 de 2000 (Brasil), EPA-823-R-03-008 (Estados Unidos), e Directiva 2006/7/CE de 2006 (Unión Europea). Los resultados que se obtuvieron fueron que en la playa de Santa Marta presencia del hongo *Penicillium* , CT (129 UFC/ 100 mL), CF (45 UFC/ 100 mL), Enterococos (40 UFC/100 mL), Buriticá ausencia de hongos, CT (22 UFC/ 100 mL), CF (0 UFC/ 100 mL), Enterococos (40 UFC/100 mL), Los cocos ausencia de hongos CT (29 UFC/ 100 mL), CF (4 UFC/ 100 mL), Enterococos (37 UFC/100 mL), no cumple con EPA-823- R-03-008, Taganga ausencia de hongos CT (29 UFC/ 100 mL), CF (15 UFC/ 100 mL), Enterococos (40 UFC/100 mL), Pozos colorados ausencia de hongos CT (27 UFC/ 100 mL), CF (8 UFC/ 100 mL), Enterococos (40 UFC/100 mL), Ciénega ausencia de hongos CT (>250 UFC/ 100 mL), CF(16 UFC/ 100 mL), Enterococos (18 UFC/100 mL). Todas estas playas mencionadas solo no cumplen con EPA-823-R-03-008 (Estados Unidos), excepto Ciénega que cumple con todas las normativas. Además, se pudo evidenciar utilizando el Indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) la presencia de hongos es buena para Buriticá,

Ciénega, Los cocos, Taganga, Pozos colorados y mala para la playa de Santa Marta; Coliformes es buena para Buriticá, Ciénega, Los cocos, Taganga, Playa de Santa Marta, Pozos colorados; Enterococos es buena para Ciénega, regular para Buriticá, Taganga, Los cocos, Playa de Santa Marta, Pozos colorados. Esto se debe al vertimiento de aguas residuales y el exceso de residuos sólidos depositados en las playas.

Moscarella et al., (2011), realizaron un estudio, donde se muestreo las playas de Santa Marta, Taganga, Playa Grande y el Rodadero, que fueron tomadas en enero del 2006 y diciembre del 2008 cada dos meses; en este estudio se empleó como indicador los Coliformes fecales y totales para evaluar la calidad del agua en la Bahía de Santa Marta, a través de la técnica de tubos múltiples. Los resultados que se obtuvieron coliformes fecales Playa Grande (21 NMP/100 ml), Rodadero (37 NMP/100 ml) y Taganga (120 NMP/100 ml), para la playa de Santa Marta el promedio de los datos (222 NMP/100 ml) fue superior al límite establecido por la normatividad colombiana 1594 de 1984 (200 NMP/100 ml). En coliformes totales las estaciones de Playa Grande, Santa Marta, Rodadero y Taganga, se evidencio un rango entre 1274 y 58 NMP/100 ml, en las playas de Taganga se obtuvo (1246 NMP/100 ml) y Santa Marta (1274 NMP/100ml), estas dos playas no cumplen con la normativa 1594 de 1984, ya que supera el límite de (<1000 NMP/100 ml). Estas contaminaciones son debidas a la influencia de los vertimientos de aguas residuales emitidas por el emisario submarino, pero en la playa de Santa Marta las concentraciones altas de CF, es debido a las desembocaduras aguas vertidas del rio Manzanare.

Departamento del Atlántico

Martinez & Muñoz (2019), realizaron una investigación sobre la calidad microbiológica de las playas de Puerto Colombia, y Santa Verónica, donde se midieron los parámetros de Coliformes totales (CT)y Coliformes fecales (CF) y Enterococos, por medio de la técnica de filtración de membrana, se tuvieron en cuenta las normativas internacionales y fueron comparadas con los resultados, para CF a Decreto No. 253 de 1979 (Uruguay),

Resolución CONAMA No. 274 de 2000 (Brasil), Resolución No. 222 de 2002 (Paraguay), y para Enterococos se tuvo en cuenta Resolución CONAMA No. 274 de 2000 (Brasil), EPA-823-R-03-008 (Estados Unidos), e Directiva 2006/7/CE de 2006 (Unión Europea). Los valores que se obtuvieron en la playa de puerto Colombia, hay presencia del hongo *Penicillium*, CT (>250 UFC/ 100 mL), CF (22 UFC/ 100 mL), Enterococos (22 UFC/100 mL), Santa Verónica hay presencia del hongo *Aspergillus*, CT (77 UFC/ 100 mL), CF (30 UFC/ 100 mL), Enterococos (13 UFC/100 mL), las dos playas mencionadas cumplen con todas las normativas internacionales. Además, también se utilizó el Indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS), para hongos es mala para las 2 playas, y CF, Enterococos, es buena la calidad para Santa Verónica y Puerto Colombia. En conclusión, los altos valores de CT se debe los posibles vertimientos de aguas residuales, fugas de alcantarillado, las zonas urbanas cercanas a las playas.

Soto-Varela et al., (2021), estudiaron las playas de Sabanilla, Salgar, Pradomar, Puerto Colombia, Puerto Velero, Caño Dulce, playa Mendoza, Tubara, Turipana, Abello, Palmarito, Santa Verónica, Salinas del rey, Astilleros; donde se evaluó la calidad microbiológica del agua de mar mediante la detección simultanea por PCR en tiempo real de *Salmonella* spp y *E.coli* por método de cuantifica basado en el cultivo como indicadores fecales, implementando técnica de filtración por membrana, y su relación con las características de la playa como tipología de playa. Los resultados fueron analizados con el Software R versión 3.6.3 y R studio 1.1.456, los datos se obtuvieron en cuanto a la tipología de las playas (urbanas 21%, rulares 43%, veredas 14%, remotas 22%) donde se evidencio los siguientes resultados: Sabanilla, *E.coli* 248 ± 111 UFC/100 mL, *Salmonella* spp ausencia, tipología: rural, Salgar, *E.coli* 84 ± 48 UFC/100 mL, *Salmonella* spp presencia, tipología: urbano, Pradomar, *E.coli* 51±42 UFC/100 mL, *Salmonella* spp ausencia, tipología: urbano, Puerto Colombia, *E.coli* 135 ± 8 UFC/100 mL, *Salmonella* spp presencia, tipología: urbano, Puerto

Velero, *E.coli* 21 ± 34 UFC/100 mL, *Salmonella* spp ausencia, tipología: rural. Caño dulce, *E.coli* 5 ± 4 UFC/100 mL, *Salmonella* spp ausencia, tipología: rural, Playa Mendoza, *E.coli* 0 ± 0 UFC/100 mL, *Salmonella* spp ausencia, tipología: pueblo, Tubara *E.coli* 2 UFC/100 mL, *Salmonella* spp ausencia, tipología: rural, Turipana, *E.coli* 32 ± 43 UFC/100 mL, *Salmonella* spp ausencia, tipología: remoto. Abello, *E.coli* 0 UFC/100 mL, *Salmonella* spp ausencia, tipología; rural, Palmarito, *E.coli* 7 UFC/100 mL, *Salmonella* spp presencia, tipología: rural, Santa Verónica, *E.coli* 1 ± 1 UFC/100 mL, *Salmonella* spp presencia, tipología: pueblo, Salinas del rey, *E.coli* 3 UFC/100 mL, *Salmonella* spp ausencia, tipología: remoto, Astilleros, *E.coli* 0 UFC/100 mL, *Salmonella* spp usencia, tipología: remoto. Así mismo según la directiva 2006/7 /CE, todas las muestras, excepto Sabanilla, presentaron una excelente calidad de agua, con máximo de *E.coli .* Por tal motivo la presencia de *E.coli y Salmonella* spp se debe a su topología, también las descargas de los arroyos, a las instalaciones ubicadas en las playas como bares y restaurantes estos sitios no poseen un alcantarillado y todo el vertimiento de las aguas residuales terminan en el mar.

Sánchez Moreno et al., (2019), evaluaron la calidad sanitaria del agua de mar en once playas, donde determinaron los parámetros de *E. coli, Enterococcus faecalis, Clostridium perfrigens,* se utilizó la técnica filtración por membrana. Estos resultados pueden ser comparados con las normas internacionales EPA-823-R-03-008 (Estados Unidos), Directiva 2006/7/CE de 2006 (Unión Europea), para *E. coli* Puerto mocho 16 ± 6 UFC / 100mL, Sabanilla 54 ± 12 UFC/ 100mL, puntos Salgar 1, 54 ± 12 / 100mL y 2 51 ± 4 UFC/ 100mL, Puerto Velero 36 ± 6 UFC / 100 mL, *Enterococcus faecalis* en Pradomar 440 ± 16 UFC / 100 mL, supero los limites permisibles de la Directiva 2006/7/CE de 2006 (Unión Europea), también Puerto Velero 125 ± 20 UFC / 100mL, Balboa 85 ± 9 UFC / 100mL, también tuvieron recuentos altos y las otras playas tienen recuentos que varían ente 36 y 63 UFC / 100mL, no obstante P. Mocho, que registró el valor más bajo 7 ± 2 UFC / 100mL, y

para *C. perfrigens* Puerto Velero tuvo valores altos, seguida popular, salgar; Al igual para las parámetros ya mencionados Puerto Mocho presento el menor número de colonias de *C. perfrigens* 2 ±1 UFC/100 mL. La presencia de estos microorganismos en las zonas costeras es debido a las descargas de aguas residuales locales no tratadas.

Departamento del Bolívar

Blanco & Sierra (2016), estudiaron la calidad microbiológica de las playas de Boquilla, Crespo, Marbella, Cabrero, Bocagrande, Laguito, Castillogrande, teniendo en cuenta los parámetros de Coliformes fecales (CF) y Coliformes totales (CT), de acuerdo régimen pluviométrico del Caribe Colombiano fueron recolectadas las muestras mensualmente en época de lluvia (septiembre-2015), época seca (febrero, marzo, abril-2016), la técnica que se utilizo fue filtración por membrana. Los resultados obtenidos fueron comparados con el Decreto N°1594 de 1984, se encontró que un 11% de los datos de CF, CT no cumplen con los limites establecido en la normativa colombiana. En CF que están por encima del límite establecido (< 200 NMP/100 mL), son Bocagrande (300 NMP/100 mL) en el mes de marzo, Crespo (400 NMP/100 mL) en el mes de marzo, CT (<1000 NMP/100 mL), son Castillogrande (4000 NMP/ 100 mL) en el mes de febrero, Crespo (2400 NMP/ 100 mL) en el mes de marzo, Boquilla (1200 NMP/ 100 mL) en el mes de marzo. Estas contaminaciones se presentan debido a sus fuentes cercanas al emisario submarino que se encuentra en Punta Canoa, también las actividades de los asentamientos humanos que se encuentran cerca de estas playas.

Acevedo Barrios (2017), realizaron un estudio en la cuidad de Cartagenas de Indias en las playas de Boquilla, Crespo, Marbella, Cabrero, Bocagrande, Laguito, Castillogrande, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad ambiental de las playas de Cartagena para la determinación de Coliformes totales (CT) y Coliformes fecales (CF), por el método de filtración de membrana. Se obtuvo como resultado en la playa de Boquilla CT (500 UFC/100 mL), CF (300 UFC/100 mL), Crespo CT (300

UFC/100 mL), CF (150 UFC/100 mL), Marbella CT (10 UFC/100 mL), CF (10 UFC/100 mL), Cabrero CT (10 UFC/100 mL), CF (10 UFC/100 mL), Bocagrande CT (10 UFC/100 mL), CF (10 UFC/100 cm^3), Laguito CT (10 UFC/100 mL), CF (10 UFC/100 mL), Castillogrande CT (10 UFC/100 mL), CF (10 UFC/100 mL). Estos resultados se compraron con el decreto colombiano 1594 de 1984 donde se determinó que el 11% de los datos obtenidos de C.F y C.T no cumplen con la normativa, ya que en las playas de Boquilla y Crespo presentan valores superiores a los limites permisible. En conclusión, esta contaminación, se debe a su cercanía al emisario submarino de Punta Canoa, donde sus aguas vertidas son arrastradas hasta las aguas marinas, y por los asentamientos humanos que se encuentran cerca de las playas.

Martinez & Muñoz (2019), realizaron un estudio en las playas de arroyo piedra, Bocagrande, Crespo, Galerazamba, Boquilla, Manzanillo, Punta Arena , se midieron los parámetro de Coliformes fecales (CF), Coliformes totales (CT) y Enterococos, por medio de la técnica de filtración por membrana donde se los resultados fueron comparados con algunas normas internacionales para CF a Decreto No. 253 de 1979 (Uruguay), Resolución CONAMA No. 274 de 2000 (Brasil), Resolución No. 222 de 2002 (Paraguay), y para Enterococos se tuvo en cuenta Resolución CONAMA No. 274 de 2000 (Brasil), EPA-823-R-03-008 (Estados Unidos), e Directiva 2006/7/CE de 2006 (Unión Europea). Los resultados que se obtuvieron fueron: la playa de arroyo piedra hay ausencia de hongos, CT (72 UFC/ 100 mL), CF (11 UFC/ 100 mL), Enterococos (8 UFC/100 mL), Bocagrande hay presencia del hongo *Aspergillus*, CT (75 UFC/ 100 mL), CF (35 UFC/ 100 mL), Enterococos (8 UFC/100 mL), Galerazamba hay presencia del hongo *Penicillium*, CT (2 UFC/ 100 mL), CF (0 UFC/ 100 mL), Enterococos (26 UFC/100 mL), Boquilla hay presencia del hongo *Candida*, CT (52 UFC/ 100 mL), CF (13 UFC/ 100 mL), Enterococos (20 UFC/100 mL), Manzanillo hay presencia del hongo *Aspergillus*, CT (22 UFC/ 100 mL), CF (1 UFC/ 100 mL), Enterococos (9 UFC/100 mL),

Punta arena hay ausencia de hongos, CT (78 UFC/ 100 mL), CF (16 UFC/ 100 mL), Enterococos (>100 UFC/100 mL), y Crespo hay ausencia de hongos, CT (106 UFC/ 100 mL), CF (35 UFC/ 100 mL), Enterococos (>100 UFC/100 mL). Para Coliformes todas las playas cumplen con el límite permisible y para Enterococos las únicas que no cumplen con los límites establecidos por las normativas internacionales son Punta arena y Crespo. Por otro lado, también se midió el Indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS), para hongos es buena para arroyo piedra, punta arena, para el resto de playas es mala, en CF es buena para todas, Enterococos es mala solo para Punta Arena y crespo. Esto es debido a la afluencia turística y posibles vertimientos de aguas residuales no tratadas.

La tabla 1, resume todos los resultados de la calidad microbiológica obtenidos en cada playa estudiada de los departamentos de la Guajira, Magdalena, Atlántico, y Bolívar.

Tabla 1. Parámetros microbiológicos de las aguas de mar registradas por diferentes autores a lo largo de los Departamentos de la Guajira, Magdalena, Bolívar y Atlántico.

Playas	*Salmonella* (presente/ ausente)	*E. coli* (UFC/100 mL)	*Clostridium* (UFC/100 mL)	Hongos (presencia/ ausencia)	C.totales (UFC/ 100 mL)	C.totales (NMP/ 100 mL)	C.fecales (UFC/ 100 mL)	C.fecales (NMP/ 100 mL)	*Enterococos* (UFC/100 mL)	*Enterococos* (NMP/100 mL)	Referencias
Camarones				Ausencia	>250		6		40		(Martinez & Muñoz, 2019)
Dibulla				Presencia[c]	10		1		40		(Martinez & Muñoz, 2019)
Palomino				Presencia[c]	12		2		2		(Martinez & Muñoz, 2019)
Riocha				Ausencia	>250		>250		32		(Martinez & Muñoz, 2019)
Salguero						10.111[a] - 7.556[b]		5.335[a]- 2.638[b]		1.120[a] – 800[b]	(Alvarado & Luna, 2020)
Pozos colorados				Ausencia	27		8		40		(Martinez & Muñoz, 2019)
						2.340[a]- 2.235[b]		1.710[a]- 727[b]		599[a]-402[b]	(Alvarado & Luna, 2020)
Neguanje						724[a]- 521[b]		177[a]-161[b]		199[a]-199[b]	(Alvarado & Luna, 2020)
Buriticá				Ausencia	22		0		40		(Martinez & Muñoz, 2019)

Ciénega				Ausencia	>250		16		18		(Martinez & Muñoz, 2019)
Los cocos				Ausencia	29		4		37		(Martinez & Muñoz, 2019)
Taganga						242*		120			(Moscarella et al., 2011)
				Ausencia	29		15		40		(Martinez & Muñoz, 2019)
Playas de Santa Marta						399*		222			(Moscarella et al., 2011)
				Presencia[d]	129		45		40		(Martinez & Muñoz, 2019)
Playa grande						86*		21			(Moscarella et al., 2011)
Rodadero						118*		37			(Moscarella et al., 2011)
Sabanilla		2,54 ± 12	5						50		(Sánchez Moreno et al., 2019)
	Ausente	248 ± 111									(Soto-Varela et al., 2021)
Salgar		54 ± 12 y 51 ± 4	10						48		(Sánchez Moreno et al., 2019)

	Presente	84 ± 48									(Soto-Varela et al., 2021)
Pradomar		>500	20						>185		(Sánchez Moreno et al., 2019)
	Ausente	51 ± 42									(Soto-Varela et al., 2021)
Puerto Colombia		>500	18						48		(Sánchez Moreno et al., 2019)
				Presencia[d]	>250		22		22		(Martinez & Muñoz, 2019)
	Presente	135 ± 8									(Soto-Varela et al., 2021)
Puerto Velero		36 ± 6 y >500	24 y 122						50 y 125 ± 20		(Sánchez Moreno et al., 2019)
	Ausente	21 ± 34									(Soto-Varela et al., 2021)
Caño dulce	Ausente	5 ± 4									(Soto-Varela et al., 2021)
Playa Mendoza	Ausente	0 ± 0									(Soto-Varela et al., 2021)
Tubara	Ausente	2									(Soto-Varela et al., 2021)

Turipana	Ausente	32 ± 43									(Soto-Varela et al., 2021)
Abello	Ausente	0									(Soto-Varela et al., 2021)
Palmarito	Presente	7									(Soto-Varela et al., 2021)
Santa Verónica				Presente[c]	77		30		13		(Martinez & Muñoz, 2019)
	Presente	1 ± 1									(Soto-Varela et al., 2021)
Salinas del rey	Ausente	3									(Soto-Varela et al., 2021)
Astilleros	Ausente	0									(Soto-Varela et al., 2021)
Balboa		>500	19						85 ± 9		(Sánchez Moreno et al., 2019)
Popular		>500	39						64		(Sánchez Moreno et al., 2019)
Puerto mocho		16 ± 6	2 ± 1						7 ± 2		(Sánchez Moreno et al., 2019)
Boquilla				Presencia[e]	52		13		20		(Martinez & Muñoz, 2019)

						402.5*		80*			(Blanco & Sierra, 2016)
					500		300				(Acevedo Barrios, 2017)
Crespo						677.5*		112.5*			(Blanco & Sierra, 2016)
				Presencia[d]	106		35		>106		(Martinez & Muñoz, 2019)
					300		150				(Acevedo Barrios, 2017)
Marbella					10		10				(Acevedo Barrios, 2017)
						182*		42.5*			(Blanco & Sierra, 2016)
Cabrero						202.5*		27.5*			(Blanco & Sierra, 2016)
					10		10				(Acevedo Barrios, 2017)
Bocagrande					10		10				(Acevedo Barrios, 2017)
						377.5*		102.5*			(Blanco & Sierra, 2016)

				Presencia[c]	75		35		8		(Martinez & Muñoz, 2019)
Laguito						377.5*		80*			(Blanco & Sierra, 2016)
					10		10				(Acevedo Barrios, 2017)
Castillogrande						1,027*		3.25*			(Blanco & Sierra, 2016)
					10		10				(Acevedo Barrios, 2017)
Arroyo piedra				Ausencia	72		11		8		(Martinez & Muñoz, 2019)
Galerazamba				Presencia[d]	2		0		26		(Martinez & Muñoz, 2019)
Manzanillo				Presencia[c]	22		1		29		(Martinez & Muñoz, 2019)
P. Arena				Ausencia	78		16		>100		(Martinez & Muñoz, 2019)

(a): temporada alta; (b): temporada baja; (c): *Aspergillus;* (d): *Penicillium;* (e): *Candida;* (*): valores promedios.

Conclusiones

Los resultados adquiridos expresan la contaminación microbiológica de las aguas marinas de la Región Caribe Colombiana, en las épocas 2011-2017 y 2017-2021. Las actividades antropogénicas tales como la urbanización de asentamientos humanos cerca de las playas, las instalaciones de bares, restaurantes situados en el litoral, son unos de los principales causantes del deterioro de la calidad microbiológica de las aguas marinas, además también estas pueden verse afectadas por los emisarios submarinos, las fugas de alcantarillas, los arroyos, todos esos vertimientos de las aguas residuales son arrastradas directamente a las playas.

Por otra parte, muchos autores han recomendado realizar más tomas de muestras, en las diferentes épocas del año, para tener conocimiento de los parámetros microbiológicos y ampliar el campo de las investigaciones sobre la calidad de las playas, también implementar programas de gestión de aguas residuales destinadas para el control de los vertimientos no tratados en las costas, para así poder asegurar la salud del bañista.

Referencias

Acevedo Barrios, R. (2017). Diagnóstico preeliminar ambiental de playas de Cartagena de Indias, Caribe colombiano. *Teknos Revista Científica*, *17*(1), 38. https://doi.org/10.25044/25392190.891

Alvarado Reyes, A. F., & Luna Fontalvo, J. A. (2020). *Calidad microbiológica del agua de las playas del sector turístico de santa marta, caribe colombiano*. 1–9.

Blanco Campo, R. A., & Sierra Salcedo, J. R. (2016). *Calidad de las aguas de las playas del sector turístico de cartagena de indias, norte de colombia*. https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1014/0069799.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Coral, D. (2016). *Guia para hacer una revision bibliografica*. 0–1. https://lpl.unbosque.edu.co/wp-

content/uploads/09-Guia-Revisión-bibliografica.pdf

Gallardo Garcia, G. (2013). Evaluación del potencial turístico de las playas del departamento del Atlántico – Colombia, desde la perspectiva ambiental. *Revista Dimensión Empresarial*, *11*(2), 62–69.

López Úbeda, I. (2016). *Clasificación morfológica de las playas y modelado del perfil transversal en Valencia, Alicante y Murcia*. 170. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/58897/1/tesis_lopez_ubeda.pdf

Meisel-Roca, A., & Pérez-Valbuena, G. J. (2008). Geografía física y poblamiento en la costa Caribe colombiana. *Geografía Económica y Análisis Espacial En Colombia. Capítulo 2. Geografía Física y Poblamiento En La Costa Caribe Colombiana. Pág.:47-106*, *73*. http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/461

Moscarella, M. V., Garcia, F., & Palacio, C. (2011). Microbiological Water Quality of Santa Marta Bay, Colombia. *Dyna*, *78*(167), 132–141.

Peña, L. B. (2010). Proyecto de indagación. *Pontificia Universidad Javeriana*, 1–12. http://www.javeriana.edu.co/prin/sites/default/files/La_revision_bibliografica.mayo_.2010.pdf

Ramos, L., Vidal, L., Vilardy, S., & Saavedra, L. (2008). Análisis De La Contaminación Microbiológica (Coliformes Totales Y Fecales) En La Bahía De Santa Marta, Caribe Colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, *13*(3), 85–96.

Sánchez Moreno, H., Bolívar-Anillo, H. J., Soto-Varela, Z. E., Aranguren, Y., Gonzaléz, C. P., Villate Daza, D. A., & Anfuso, G. (2019). Microbiological water quality and sources of contamination along the coast of the Department of Atlántico (Caribbean Sea of Colombia). Preliminary results. *Marine Pollution Bulletin*, *142*(March), 303–308. https://doi.org/10.1016/j.marpolbu

l.2019.03.054

Soto-Varela, Z. E., Rosado-Porto, D., Bolívar-Anillo, H. J., Pichón González, C., Granados Pantoja, B., Estrada Alvarado, D., & Anfuso, G. (2021). Preliminary Microbiological Coastal Water Quality Determination along the Department of Atlántico (Colombia): Relationships with Beach Characteristics. *Journal of Marine Science and Engineering*, *9*(2), 122. https://doi.org/10.3390/jmse9020122

Zamora Martinez, S. P., & Delgado Muñoz, K. Y. (2019). Evaluacion de la calidad sanitaria del agua de las playas turisticas del Caribe Norte Colombiano. *Universidad de La Costa*, *126*(1), 1–7.