

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y BIOMÉDICAS

PROGRAMA MICROBIOLOGÍA

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE SEDIMENTOS EN PLAYAS

Presentan:

Hansel Martínez Díaz

Kalyan Lidsay Robayo Trujillo

Profesor tutor:

Hernando José Bolívar Anillo Ph. D

Trabajo de investigación

11 noviembre 2022

BARRANQUILLA, ATLÁNTICO

REPÚBLICA DE COLOMBIA

Resumen

La calidad de las playas es de gran importancia para promover el turismo en los países, ya que brindan oportunidades de trabajo a personas locales, además de crear zonas de recreación para ambiente familiar, promueven un habitat para animales marinos y plantas. Sin embargo, la contaminación de las playas aumenta cada día más, afectando así la salud de los bañistas, en el cual les ocasionan enfermedades o infecciones al estar en expuestos con algún agente patógeno. En esta investigación, se realizó una revisión bibliográfica con el fin de conocer y estudiar la calidad microbiológica de los sedimentos de las playas de diferentes países tales como, EE. UU, España, Brasil, Inglaterra Dando como resultado que las densidades de CT y TEC fueron mayores en sedimento y debido a los intervalos de FIB se superpone, no hay variabilidad al comparar la cantidad de FIB en matrices.

Palabras clave: Contaminación, coliformes, patógeno, turismo.

Abstract

The quality of the beaches is of great importance to promote tourism in the countries, since they provide job opportunities for local people, in addition to creating recreation areas for a family environment, they promote a habitat for marine animals and plants. However, the contamination of the beaches increases every day, thus affecting the health of bathers, in which they cause illnesses or infections when exposed to a pathogen. In this research, a bibliographical review was carried out in order to know and study the microbiological quality of the sediments of the beaches of different countries such as Africa, USA, New Zealand, Switzerland and Spain. As a result, the CT and TEC densities were higher in sediment and due to the overlapping FIB intervals, there is no variability when comparing the amount of FIB in matrices.

Keywords: Pollution, coliforms, pathogen, tourism.

Introducción

La playa se rige por procesos físicos (oleaje y corrientes) y geológicos (sedimentación, granulometría y transporte de sedimentos) que dan forma a la costa. Estas son de gran importancia turística nacional e internacional, debido a que estas ofrecen un paisaje atractivo para realizar múltiples actividades acuáticas, promoviendo así la expansión del turismo, el aumento del crecimiento regional y a su vez genera más empleos y beneficios económicos (Anfuso Giorgio, 2010)

Los sedimentos pueden ser de material grueso (cantos rodados, grava, etc.), sedimento fino (arena) o una combinación de estos. Las propiedades de un sedimento dependen de su procedencia: puede provenir de la ribera de un río, del fondo del mar o del océano, o de la costa, cuando el agua, el viento y otros elementos erosionan sus estructuras y las trasladan a la playa.

La zona de la costa es llana y está formada por sedimentos finos, a la que sólo llegan las olas durante los grandes temporales, suele ser más escarpada y de material más grueso.

Es por esto que es importante estudiar la calidad de los sedimentos marinos bajo parámetros físicos, químicos y microbiológicos, porque se permite evidenciar que tan contaminada se encuentran las playas costeras, ya que,

estas son afectadas mediante la actividad humana (instalaciones de restaurantes, bares y zonas recreativas, emisores submarinos, alcantarillados, arroyos, etc.) (Lailah Gifty Akita, 2021)

Por lo que este trabajo tuvo como finalidad evaluar la calidad microbiológica de los sedimentos de playas de diferentes países las cuales se caracterizan por ser de gran afluencia turística durante todo el año, siendo esta condición de relevancia para la calidad de playas, donde existe una gran diversidad de microorganismos como lo son Coliformes fecales, Coliformes totales, Enterococos y hongos, que puedan generar complicaciones en la salud humana.

Materiales y Métodos

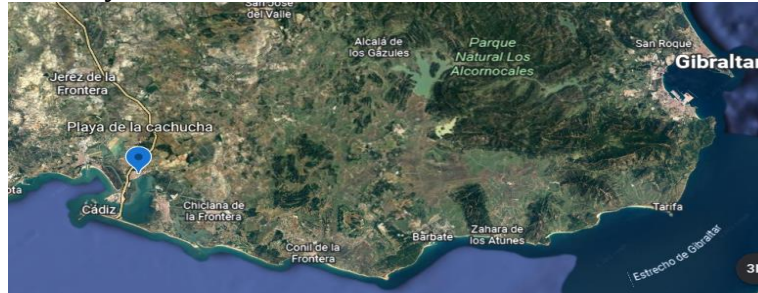
Se evaluaron la calidad microbiológica de los sedimentos de playas ubicados en distintas regiones de diferentes países del mundo, tales como EEUU, España, Brasil, Inglaterra (Figura 1).

La revisión de literatura o revisión bibliográfica es la tarea de analizar y discutir artículos e informes publicados, generalmente científicos y académicos, en o sobre un área de conocimiento. Este ha sido el principal método utilizado en este estudio. El estudio comienza con una variedad de fuentes, establece relaciones textuales, compara diferentes posiciones sobre el tema y finalmente compila un

texto que combina hallazgos y conclusiones (Peña, 2010).

Se analizaron las diferentes playas ubicadas en diferentes partes del mundo y la documentación disponible, dándole novedad a los artículos científicos publicados internacionalmente, relacionadas a la calidad microbiológica de los sedimentos en playas. Finalmente, toda la información se organizó con sus criterios establecidos para así lograr el objetivo de este estudio.

A. Playa de la Cachucha



B. Bahía de Guanabara



C. Key Colony Beach



D. Blackpool Beach

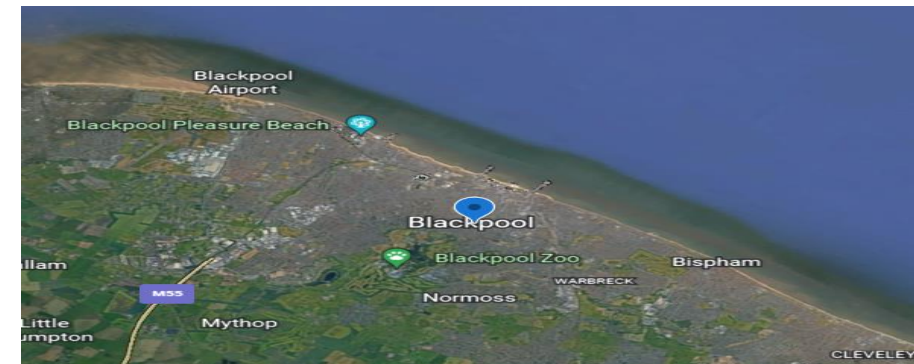


Figura 1. Localizaciones de playas analizadas en este estudio.

Resultados y Discusión

En cuanto a los resultados obtenidos, los números más altos de CT y CTE se encontraron en septiembre con (240 NMP/100mL) y en noviembre con (240 MNP/100mL). En sedimento, los números más altos de CT y CTE también se encontraron en septiembre (170 NMP/100mL). No obstante, las densidades de CT y CTE fueron mayores en el sedimento. Los intervalos para las densidades de FIB en sedimentos se superponen en los grupos, lo que sugiere que no hay diferencia en la cantidad de FIB al comparar matrices ambientales.

EE. UU

Kelly *et al.* (2020) Evaluaron, la calidad microbiológica de las playas, comparando con un estudio de años pasados donde, para detectar indicadores fecales y poder determinar los impactos de las aguas residuales. Para realizar este estudio, se tuvieron en cuenta 8 áreas del Cayo de Florida, donde se tomaron muestras de agua residual y sedimentos para determinar la presencia o ausencia de coliformes fecales y enterococos, estas muestras fueron recolectadas de acuerdo con el “Método 1600 de la EPA” y “el Código Administrativo de Florida” y se analizaron y midieron mediante filtración por membrana.

En cuanto, a los resultados obtenidos de acuerdo a los datos de FDOH (Departamento de salud de Florida) se tuvieron en cuenta los criterios propuestos por la FIB para de 10^4 UFC/100mL para enterococos y 400 UFC/100 ml para coliformes fecales.

Se compararon los resultados obtenidos con lo de otros proyectos de años anteriores, sobre el exceso de enterococos y coliformes fecales, a partir

del 2004 en áreas estudiadas demostraros que hubo un incremento en el año 2006 lo cual, este incremento supero a los resultados obtenidos en los diferentes años anteriores (2000, 2001, 2002, 2003)

Para los años 2008 y 2010, se incrementó, pero a partir del 2010 y 2011, permaneció en 0% y hasta ese año que se recopilaron todos los datos de coliformes fecales.

España

Garrido *et al.* (2010) Evaluaron la calidad del agua y sedimento de 18 balnearios costeros de la costa suroeste de la Península Ibérica, donde se determinaron la presencia de parámetros microbiológicos de coliformes fecales (CF) y *Clostridium perfringens* (CP), implementando técnicas de filtración por membrana, NPM empleada para el análisis de sedimentos, se tuvieron en cuenta la normativas internacionales para CF ((ECC), 2006) y para CP se tuvo en cuenta la normativa de la directiva (Association, 1992).

Los resultados obtenidos fueron que todas las concentraciones obtenidas para CF en este estudio (muestras únicas) están por debajo de la concentración directriz de 200 UFC/100 mL (media geométrica anual) (Directiva 76/160/CEE). También se encuentran bajo los exigentes requisitos para aguas de baño costeras de excelente calidad que se incluyen en la nueva Directiva (Directiva 2006/7/EC) de 250 UFC/100 mL (percentil 95 de evaluación para *E. coli* que presentan las concentraciones más altas de CF, los niveles de CF de las estaciones oscilaron entre 0 y 8 UFC/100 mL.

En cuanto, la concentración de CP en los tres medios resulta claramente

superior a las obtenidas para el parámetro CF, el cual, esta diferencia es llamativa en el caso de las muestras de sedimento, donde las concentraciones de CP son entre uno y dos órdenes de magnitud superiores a las de CF. Estas diferencias pueden deberse a la mayor resistencia de las esporas de CP en ambientes marinos, en comparación con las CF.

Para concluir, estos resultados muestran que bajas concentraciones de FC y CP en agua no necesariamente implican que su concentración en sedimentos también deba ser baja, por lo tanto, las concentraciones más altas se encontraron en lugares cercanos a la desembocadura de los ríos, y en playas de baja energía y por lo tanto de baja renovación de aguas, y alta acumulación de sedimentos finos. Las concentraciones de CF fueron inferiores a las obtenidas para CP en la mayoría de los lugares de muestreo.

Brasil

Silva *et al.* (2020) Evaluaron las bacterias enterococos del agua y de la zona intermareal. Las muestras de sedimentos fueron tomadas en una playa ubicada cerca de puntos turísticos y bañada por las aguas de la Bahía de Guanabara, Río de Janeiro, Brasil. También se buscó verificar si los enterococos deben ser incluidos en el programa de monitoreo sanitario de las playas turísticas de Río de Janeiro. La bacteria indicadora fecal (FIB) monitoreada en este estudio comprende enterococos (ENT), coliformes totales (TC) y termotolerantes (CTE). Utilizaron la técnica de fermentación en tubos múltiples (APHA) cuantifica CT, CTE y ENT. Se realizó un análisis estadístico de los datos contrastando los valores de FIB con las fechas de muestreo, precipitación y matrices ambientales (agua y sedimento) en el software R 2.2.0 para sistema operativo Microsoft Windows. El modelo estadístico Bootstrap es un método de remuestreo (Odeck 2009) aplicado en este estudio para determinar la diferencia

relativa en la cantidad de FIB en matrices ambientales (agua o sedimento).

En cuanto a los resultados obtenidos, los números más altos de CT y CTE se encontraron en septiembre con (240 NMP/100mL) y en noviembre con (240 NMP/100mL). En sedimento, los números más altos de CT y CTE también se encontraron en septiembre (170 MNP/100mL). No obstante, las densidades de CT y CTE fueron mayores en el sedimento.

Inglaterra

Huang *et al.* (2014) Evaluaron las concentraciones de organismos indicadores fecales para una de las playas populares del reino unido, por lo que se estudiaron bahías y ríos, cercanos a la playa. Estos estuarios son considerados como las principales fuentes de organismos indicadores fecales afectando la calidad de la playa, para esto se utilizaron el modelo EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code) para calcular el sedimento y coliformes fecales relacionado con los flujos ambientales y transporte de soluto en ríos y cuencas hidrográficas. Para realizar este estudio se utilizaron los datos de batimetría en los ríos y los estuarios para observar la topografía de la tierra con la batimetría en el mar, también se observaron los datos del análisis del nivel de la marea utilizando el software MIKE21.

En cuanto a los resultados del modelo utilizado en esta investigación, se observó una alta concentración de sedimentos en suspensión, el cual, es causada principalmente por los procesos de resuspensión cuando la corriente de la marea de primavera pasa a través de la amplia arena poco profunda, pero se verificaron los resultados obtenidos de los sedimentos suspendidos y los datos de concentración fecal del río y el estuario, el cual, se compararon y los resultados calculados están generalmente dentro de

los parámetros del modelo utilizado, donde se demuestra que en la columna de agua tomada durante una inundación *E.coli* tuvo mayor presencia, y su concentración aumento desde el fondo de la columna de agua desde 10²UFC/100mL a más de 10⁴UFC/100mL. Sin embargo, en la zona de transición que hay entre el rio y los estuarios presentaron errores en la concentración de los sedimentos que fue aproximadamente de 10⁸UFC100mL y

esto es debido a diferentes cambios físicos y que no cumplían con los parámetros indicando que la producción de agua local, cerca de la playa es una de las principales fuentes de coliformes fecales (tabla 1).

Tabla 1 Parámetros microbiológicos de sedimentos de playas registradas por diferentes autores en diferentes países.

LOCALIZACION	País	<i>Enterococcus spp.</i>	<i>E. coli.</i>	<i>Clostridium Spp.</i>	C. Fecales (UFC/100mL)	C. Fecales (NMP/100mL)	Referencias
Kay Colony Beach Monroe Country, Florida	EE. UU	10 ⁴ UFC/100 mL			400 UFC/ 100 mL		(Kelly, Gidley, Sinigalliano, Kumar, & Solo-Gabriele, 2021)
Playa Cachucha	España			50UFC/100 mL.	8UFC/100mL	117,34 y 28 NMP/100g	do-Pérez, E. Anfuso, A. Acevedo, & J.A. Perales-Vargas-Machuca, 2010
Bahía de Gauanabara, Rio de Janeiro	Brasil					240 NMP/100 mL 60 NMP/100 mL	(Fernanda Silva dos Santos, Luiz Alfonso de Paula Junior, Gabriel Farias Araujo, Wellington Thadeu de Alcantara Azevedo, Steven Dutt Ross, Natascha Krepsky, 2020)
Blackpool Beach, Reino Unido	Inglaterra		10 ⁴ UFC/100 mL		10 ⁸ UFC/100mL		(GUOXIAN HUANG, 2014)

Conclusión

Los resultados mostrados expresan la contaminación microbiológica de los sedimentos de las playas costeras de los diferentes países mencionados anteriormente, y esto se debe a las actividades antropogénicas, tales como la urbanización de asentamientos humanos cerca de playas costeras, las instalaciones de restaurantes, bares, zonas recreativas, etc., por lo que son unos de los principales causantes del deterioro de la calidad de los sedimentos de playas, por otro lado, pueden verse afectadas por emisarios submarinos, arroyos, alcantarillados, etc., por lo que todos esos vertimientos de aguas residuales son arrastradas y llegan a las playas, directamente, lo cual, ocasionan una contaminación de las playas y la salud humana puede verse afectada.

Referencias

- Akebe Luther King Abia, C. J.-J. (2017). Microbial Remobilisation on Riverbed Sediment Disturbance in Experimental Flumes and a Human-Impacted River: Implication for Water Resource Management and Public Health in Developing Sub-Saharan African Countries . *Enviromental Research and Public Health*, 1-18.
- Amity G. Zimmer-Faus, V. T.-J. (2017). Effect of freshwater sediment characteristics on the persistence of fecal indicator bacteria and genetic markers within a Southern. *ScienceDirect*, 1-12.
- Andrew J. Sousa, I. G. (2015). Influence of wave action on the partitioning and transport of unattached and floc-associated bacteria in fresh water. *NRC Research Press*, 1-13.
- David B. King, J. (2005). Influence of Grain Size on Sediment Transport Rates with Emphasis on the Total Longshore Rate . *Us Army Corps of Engineers*, 1-24.
- E. Kelly, M. G.-G. (2021). Impact of wastewater infrastructure improvements on beach water fecal indicator bacteria levels in Monroe County, Florida. *ScienceDirect*, 1-13.
- Evelyn Walters. Korbinian Katz, K. S. (2014). Persistence of fecal indicator bacteria in sediment of an oligotrophic river: Comparing large and lab-scale flume systems. *ScienceDirect*, 1-12.
- Fernanda Silva dos Santos, L. A. (2020). Enterococci as Fecal Indicator in a Tropical. *CORE*, 1-20.
- Guoxian Huang, R. A. (2015). Integrated River and Coastal Flow, Sediment and Escherichia coli Modelling for Bathing Water Quality. *Water*, 1-24.
- Guoxian Huang, R. F. (2014). Numerical Modeling Of The Fecal Bacteria Transport Processes In Sediment-Laden Flow. *CUNY Academic Works*, 1-8.
- J. M. Howell, M. S. (1996). Effect of Sediment Particle Size and Temperature on Fecal Bacteria Mortality Rates. *Published*, 1-10.
- J.D. Restrepo, B. K. (2000). Magdalena river: interannual variability (1975–1995) and revised water discharge and sediment load estimates. *ScienceDirect*, 1-13.
- Juan Camilo Restrepo, K. S. (2017). Estuarine and sediment dynamics in a microtidal tropical estuary of high fluvial discharge: Magdalena River (Colombia, South America). *ScienceDirect*, 1-14.

Juan D. Restrepo, B. K. (2005). Factors controlling sediment yield in a major South American drainage basin: the Magdalena River, Colombia. *ScienceDirect*, 1-20.

Laurence Haller, E. A. (2009). Influence of Freshwater Sediment Characteristics on Persistence of Fecal Indicator Bacteria. *Water Air Soil Pollu*, 1-11.

Megan L. Devan, E. M. (2020). Fecal indicator bacteria from environmental sources; strategies for identification to improve water quality monitoring. *ScienceDirect*, 1-22.

Meredith B. Nevers, ,. M. (2020). Interaction of bacterial communities and indicators of water quality in shoreline sand, sediment, and water of Lake Michigan. *ScienceDirect*, 1-10.

Mutshiene Deogratias Ekwanzala, ,. A.-J. (2017). Genetic relatedness of faecal coliforms and enterococci bacteria isolated from water and sediments of the Apies River, Gauteng. *AMB Express*, 1-20.

Nouho Koffi Ouattara, J. P. (2011). Faecal contamination of water and sediment in the rivers of the Scheldt drainage network. *Environ Monit Assess*, 1-14.

Robin Brinkmeyer, R. M. (2014). Distribution and persistence of *Escherichia coli* and *Enterococci* in stream bed and bank sediments from two urban streams in Houston, TX. *ScienceDirect*, 1-10.

Sen Bai, W.-S. L. (2005). Modeling sediment impact on the transport of fecal bacteria. *ScienceDirect*, 1-9.

Y. A. PACHEPSKY, D. R. (2011). *Escherichia Coli* and Fecal Coliforms in Freshwater and Estuarine Sediments.

Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 1-30.