



Caracterización físico-química y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú

Physico-chemical and bacteriological characterization of seawater in the coastal zone Huanchaco and Huanchaquito, Trujillo, Peru

Geysy P. Trujillo-López¹ y Ana M. Guerrero-Padilla²

¹Ex alumna de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT) Trujillo-Perú.

²Docente de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT) Trujillo-Perú.

RESUMEN

Se hizo la caracterización físico-química y bacteriológica del agua marina de las playas Huanchaco y Huanchaquito, 2013, La Libertad-Perú. Se evaluaron ocho estaciones de muestreo por seis meses a través de los parámetros: temperatura, pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, cloruros, coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*, según "Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales". Se obtuvieron valores promedio de temperatura entre 19,8 - 20,3 °C; 7,3 -7,6 pH; 8-9,23 mg/L de oxígeno disuelto; 6,67-8,86 mg/L de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅); 223,3-245 mg/L para cloruros; 67-330 NMP/100mL para coliformes totales, 22-407 NMP/100mL para coliformes fecales y 10-233 NMP/100mL para *E. coli*. Los valores reportados no sobrepasaron los Estándares de Calidad Ambiental establecido por el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM categoría 1- B de Aguas superficiales para recreación de contacto primario, excepto, los parámetros de DBO₅ y coliformes fecales que sobrepasaron los límites permisibles, encontrándose en Huanchaco valores promedio más altos que Huanchaquito.

Palabras clave: Físico-químico, bacteriológicos, Huanchaco, Huanchaquito, litoral costero.

ABSTRACT

Physico-chemical and bacteriological characterization of marine-water of Huanchaquito and Huanchaco (Trujillo, Peru) beaches, 2013, were made. It was evaluated eight sampling stations for six months, samples were processed in the Laboratory of Analysis of Food and Water Management Sub Provincial Municipality of Trujillo to determine the values of temperature, pH, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, chloride, total coliforms, fecal coliforms and *Escherichia coli*, for which the methodology followed by the book of "Standard Methods for the analysis of water and wastewater". Average values were between 19.8 - 20.3 °C for temperature, 7.3 -7.6 for pH; 8 - 9.23 mg/L for dissolved oxygen, 6.67-8.86 mg/L for biochemical oxygen demand (BOD₅), 223.3-245 mg/L for chlorides; 67-330 MPN/100 mL for total coliforms, 22-407 MPN/100 mL for fecal coliform and 10-233 MPN/100mL for *E. coli*. Reported values did not exceed the Environmental Quality Standards established by Supreme Decree No. 002-2008-MINAM Category 1 - B Surface water for primary contact recreation; except parameters BOD₅ and fecal coliform exceeded allowable limits, being Huanchaco beach with average values higher than Huanchaquito beach so assumed to have greater fecal contamination.

Key words: Physical-chemical, bacteriologicals, Huanchaco, Huanchaquito, coastal zone

INTRODUCCIÓN

El problema de contaminación de aguas es muy complejo y por la relación con la transmisión de enfermedades al hombre, es de gran importancia mantener un sistema de vigilancia, para lo cual se debe seleccionar parámetros críticos de la calidad del agua¹. Dicho problema está relacionado con el aumento creciente de las poblaciones que habitan las zonas costeras y, de igual manera, con el incremento de las actividades domésticas, agrícolas e industriales que, por el mal manejo e inadecuado control de los desechos sólidos y líquidos, afectan el medio marino con significativas implicaciones a nivel ecológico, socioeconómico y de salubridad^{2,3}.

La contaminación de aguas costeras ha despertado la atención a nivel mundial, ya que las descargas de aguas residuales de origen industrial y doméstico con alto contenido de desechos orgánicos causan problemas serios de salud y modifican al ecosistema marino en los lugares adyacentes a las descargas⁴. Los estudios en agua marina y playas indican que las enfermedades de la mucosa, de la piel y del sistema digestivo, asociados con los bañistas están directamente relacionados con los niveles de contaminación fecal⁵. Por ello, en el 2002 la organización Mundial de la Salud publicó las enfermedades a las que los bañistas están expuestos en aguas recreativas contaminadas por microorganismos, como *Escherichia coli* que producen dolor abdominal, diarrea, náuseas y vómitos; *Klebsiella* sp. produce enfermedades respiratorias y *Citrobacter* sp. , alteraciones a nivel intestinal⁶.

La contaminación de las playas de América Latina y el Caribe es causada por aguas residuales domésticas no tratadas, constituye un problema serio de salud para la población⁷; otros casos son consecuencia de circunstancias excepcionales como, el colapso del sistema de tuberías de desagües que contaminó las playas del Río de Janeiro- Brasil en el año 2003^{8,9,10}.

La costa peruana, con más de 3 073 km de longitud y una población de 28 220, 764 habitantes, según el censo de 2007, presenta un caudal total de aguas residuales domésticas evacuadas directamente al mar que superan los 434,90 millones de m³/año, donde en Lima arrojan diariamente al mar un volumen de aguas servidas aproximado de 1 700 000 m³/día¹¹. Del mismo modo en la ciudad de Trujillo, se descarga 40,6 millones de m³/año de agua de desagües domésticos¹².

En el distrito La Chira (Lima) se produjo una alerta sobre la calidad del agua del litoral, al reportarse valores superiores a los límites permisibles de contaminación por *E. coli*, *Vibrio*, *Klebsiella*, *Shigella*, *Proteus*, *Salmonella* y *Enterococos*¹³. Asimismo, en Puerto Pizarro (Tumbes) se encontró una carga de coliformes fecales en la zona intermareal con valores de 460 NMP/100mL y una carga de coliformes totales y termotolerantes en la zona submareal alcanzando un valor superior a 2400 NMP/100 mL¹⁴. Se ha reportado en Santa Rosa y Pimentel del departamento de Lambayeque, demanda bioquímica de oxígeno alta, indicando una fuerte contaminación de naturaleza antrópica, afectando a las áreas marinas cercanas a ellas como futuras zonas de maricultura, e incluso como zonas de extracción de recursos por los problemas de salubridad que presentaban¹⁵.

La calidad del agua se define como la relación cuantitativa entre la densidad del indicador y el riesgo potencial para su uso ^{3,16}. Los estándares de calidad del agua están descritos en términos de niveles de concentración permisibles para un uso determinado de un cuerpo de agua costero y generalmente están establecidos por una serie de reglamentos oficiales del Ministerio de Salud¹⁷. En el Perú estas normas se rigen bajo el reglamento de la Ley General de Salud y los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas. Dada por la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, donde el estudio, está clasificado en la categoría 1. Poblacional y Recreacional, Sub categoría B de Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario¹⁸.

Coliformes Totales y Coliformes Fecales y/o Termotolerantes fueron los primeros indicadores de contaminación utilizados y, hasta el presente, continúan siendo los indicadores de la calidad sanitaria de las aguas; sin embargo, la Organización Mundial de la Salud recomienda utilizar como indicador de contaminación fecal para aguas costeras a *E. coli* ⁸. La calidad del agua para uso recreativo en centros turísticos es un factor primordial para garantizar la protección de la salud de los usuarios y un punto de interés para el sector turístico, dado que las playas adquieren un valor agregado al contar con un nivel aceptable de calidad del agua⁵.

La ciudad de Trujillo es considerada una de las principales ciudades del norte del País por su desarrollo económico y cultural y cuenta con balnearios como Huanchaco, Huanchaquito, Buenos Aires, Salaverry y las Delicias que en temporada de verano son visitadas por numerosos bañistas; en el

2009 se reportó que la demanda bioquímica de oxígeno y los coliformes totales no sobrepasaron los límites máximos permisibles, en la playa de Huanchaco por lo que se afirmó que estas eran aptas para fines recreativos, pero podrían verse en peligro de contaminación al no tomarse medidas preventivas¹⁹. Sin embargo, otros estudios actuales establecen que Estándares de Calidad Ambiental para agua sobrepasaron para *Escherichia coli* en las playas de Huanchaco, Huanchaquito y Buenos Aires, además de una elevada contaminación fecal en las playas de Buenos Aires²⁰.

Las playas de Huanchaco y Huanchaquito son de gran importancia por su uso recreacional y turístico, en tal sentido, el presente estudio tuvo como objetivo principal la caracterización físico-química y bacteriológica en la zona litoral marina de las playas Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo-Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio:

El estudio se llevó a cabo en las aguas del litoral de las playas de Huanchaco: 79°04' LO, 8° 7' LS y de Huanchaquito: 79°10' LO y 8° 1' LS en la ciudad de Trujillo, Perú (Fig. 1) .



Fig. 1. Ubicación de las zonas de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito, La Libertad, Perú.
(Fuente: Google Earth Satelital)

Ubicación de las estaciones de muestreo:

Las estaciones de muestreo se localizaron en zonas que permitieron obtener una muestra representativa, donde la mezcla del agua fue homogénea. Para la obtención de datos básicos de la calidad del agua para uso de bañistas, se tomaron muestras con la marea alta, media y baja. El muestreo se realizó por sumersión rápida de los frascos de vidrio a 5 m de la línea de mareas y 1m de profundidad de la superficie y en contracorriente, para evitar la recolección de material flotante y

generar contaminación²¹. El muestreo se realizó en zonas recreativas, las cuales fueron georeferenciadas con un GPS marca Garmin los cuales estuvieron ubicados en la zona de estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación georeferencial de las estaciones de muestreo en la zona litoral de las playas de Huanchaco y Huanchaquito, La Libertad-Perú.

| Estación de muestreo | | Coordenadas UTM | |
|----------------------|---------------------------|-----------------|------------|
| | | Este | Norte |
| HUANCHACO: | Totora | 70°72'38" | 910°79'06" |
| | Boquerón | 70°74'74" | 910°74'46" |
| | Muelle | 70°73'25" | 910°68'94" |
| | La Poza | 70°71'09" | 910°60'54" |
| HUANCHAQUITO: | Playa Azul | 70°77'02" | 910°50'96" |
| | Talareño | 70°82'27" | 910°46'16" |
| | Cangrejito | 70°89'98" | 910°39'80" |
| | Perla del Pacífico | 70°94'57" | 910°36'00" |

Las muestras de agua marina las cuales fueron colectadas en cada una de las estaciones de muestreo, anteriormente indicadas, con una frecuencia de muestreo cada 15 días y durante 6 meses consecutivos, entre las 9:00 horas a 12:00 horas, éstas fueron preservadas a 4°C y trasladadas en condiciones adecuadas al laboratorio para sus respectivos análisis. Los parámetros evaluados se realizaron de acuerdo a lo establecido en el Manual de métodos Normalizados para el análisis de Agua²¹.

Análisis estadístico

Se realizaron cuadros de doble entrada con el valor promedio de cada uno de los valores a investigar. Para determinar la calidad del agua se aplicó la prueba de ANOVA con un nivel de confianza de 95% y análisis de regresión lineal y correlación. Para el cual se utilizó el programa estadístico SPSS versión 21.0.

RESULTADOS

La temperatura superficial promedio de las aguas del mar fluctuó en un rango de 20,3 °C en la estación de Muelle como valor máximo a 19,8 °C como valor mínimo en las estaciones de Playa Azul, Cangrejito y Perla del Pacífico (Fig. 2). El rango del pH promedio varió de 7,3-7,6 obteniéndose el valor máximo en la estación de La Poza (Fig.3). El oxígeno disuelto promedio varió de 8 mg/l como valor mínimo en la estación de Perla del Pacífico a 9,23 mg/L como valor máximo en la estación de Muelle (Fig. 4). La demanda bioquímica de oxígeno promedio en las aguas de mar superficial varió de 8,86 mg/l como concentración máxima en la estación de La Poza y como concentración mínima 6,67 mg/l en la estación Playa Azul (Fig. 5). Con respecto a la concentración promedio de cloruros en agua de mar, se obtuvo en la estación de Playa Azul el valor máximo de 245 mg/l y 223,3 mg/l en la estación de Boquerón (Fig. 6). Los coliformes totales promedio presentaron su máximo valor de 330 NMP/100 mL en la estación de Boquerón y 67 NMP/100ml como valor mínimo en la estación de Muelle (Fig. 7). Los coliformes fecales promedio presentaron como valor máximo 407 NMP/100ml en la estación de Totora y 22 NMP/ 100ml en la estación Perla del Pacífico (Fig. 6). Las concentraciones promedio de *E. coli* obtuvieron como mínimo valor 10 NMP/100ml en la estación de Totora y como máximo valor 233 NMP/100mL en la estación de Talareño (Fig. 6).

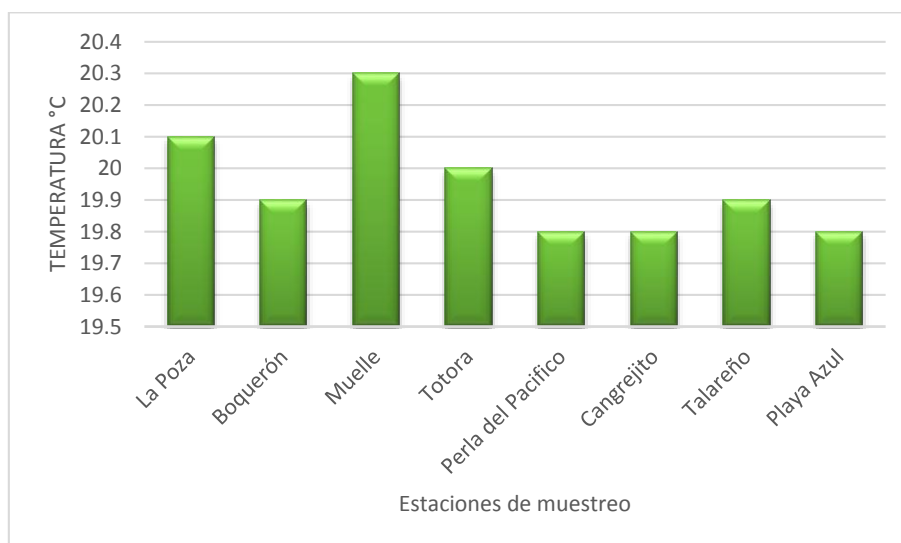


Fig. 2: Variación promedio de la temperatura (°C) del agua de mar en las estaciones de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito, La Libertad-Perú.

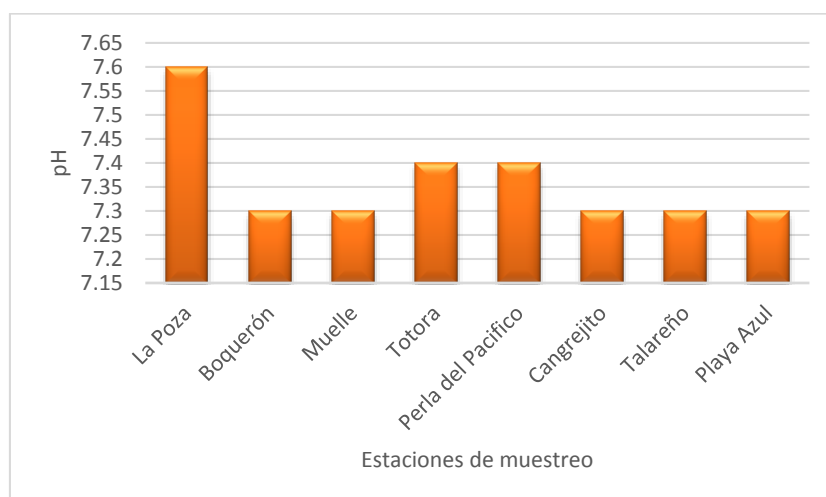


Fig.3: Variación promedio del pH del agua de mar en las estaciones de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito, La Libertad-Perú.

DISCUSIÓN

Las aguas naturales utilizadas con fines recreativos generalmente contienen una mezcla de microorganismos autóctonos del medio y microorganismos patógenos provenientes de efluentes de aguas residuales, bañistas, procesos industriales y actividades agrícolas, lo que constituyen un riesgo potencial para la salud humana. Según la Organización Mundial de la Salud ²². Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente y Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento presentaron un programa de control de calidad del agua debe ser diseñado para analizar y monitorear parámetros físicos, químicos y biológicos, esto permitiría determinar la calidad del agua a la capacidad intrínseca que tiene este elemento para definir su aceptabilidad para un uso determinado ^{23,24}.

Los promedios de temperatura del agua superficial están entre 19,8 °C – 20,3 °C (Fig. 1), registrándose el mínimo valor en 18,5 °C en los meses de Julio y Agosto en Muelle y Totora y el máximo valor 21.5°C en el mes de Mayo en la Poza y Muelle. Contrastando con los reportes por IMARPE en el año 2012 reportó en Huanchaco 19,5 °C en Agosto y 22,4 °C en Mayo; en el 2010

reportó variaciones desde 24,7 °C – 19,4 en todo el año y en el 2009 variaciones entre 17,4 °C – 19,6 °C de Enero a Diciembre, en ese año la temperatura se presentó frío debido a la influencia y presencia de aguas costeras frías que predominaron en el área, así como el afloramiento costero; sin embargo en los dos últimos años presentó un ambiente ligeramente cálido debido al desarrollo del evento El Niño Costero de intensidad débil ^{15,25,26}.

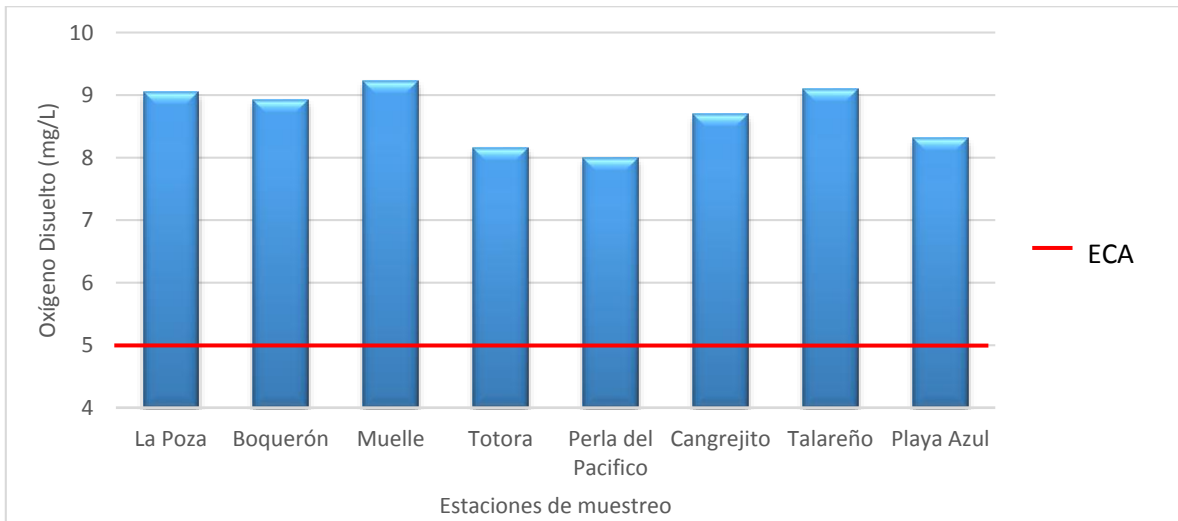


Fig.4: Variación promedio de las concentraciones de oxígeno disuelto (mg/L) del agua de mar en las estaciones de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito, La Libertad-Perú.

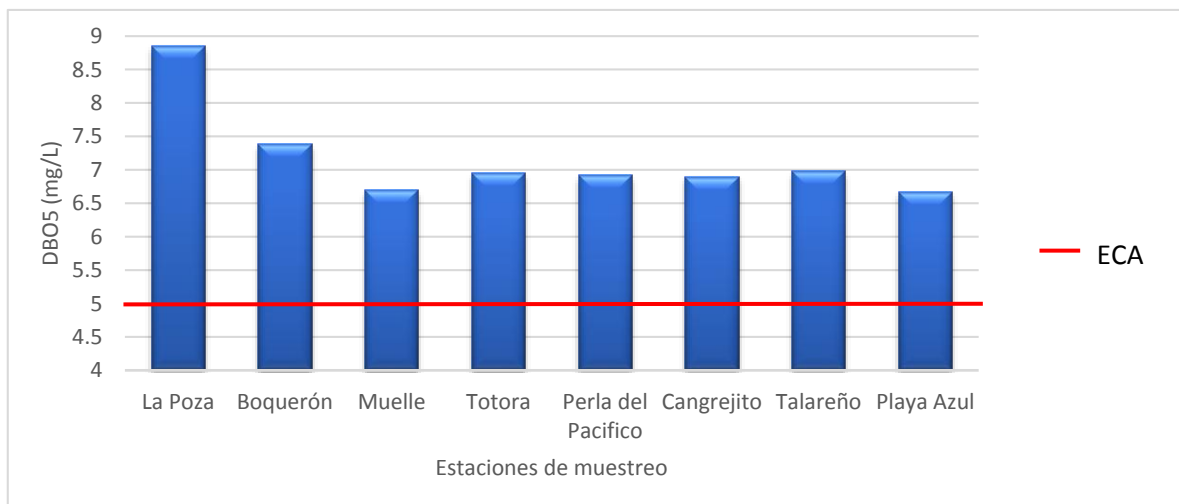


Fig.5: Variación promedio de las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) del agua de mar en las estaciones de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito, La Libertad-Perú.

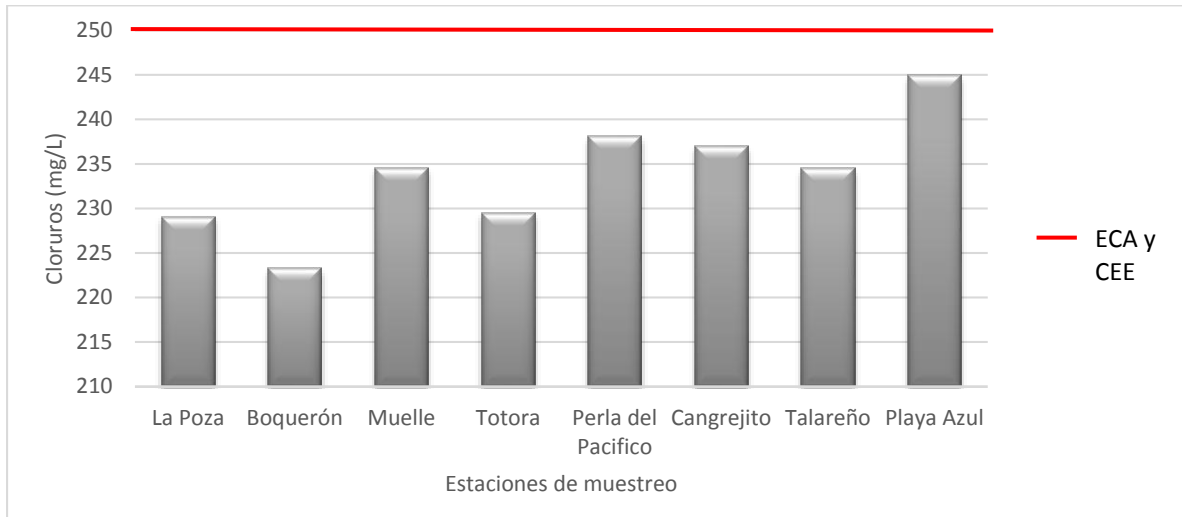


Fig.6: Variación promedio de las concentraciones de cloruros (mg/L) del agua de mar en las estaciones de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito, La Libertad-Perú.

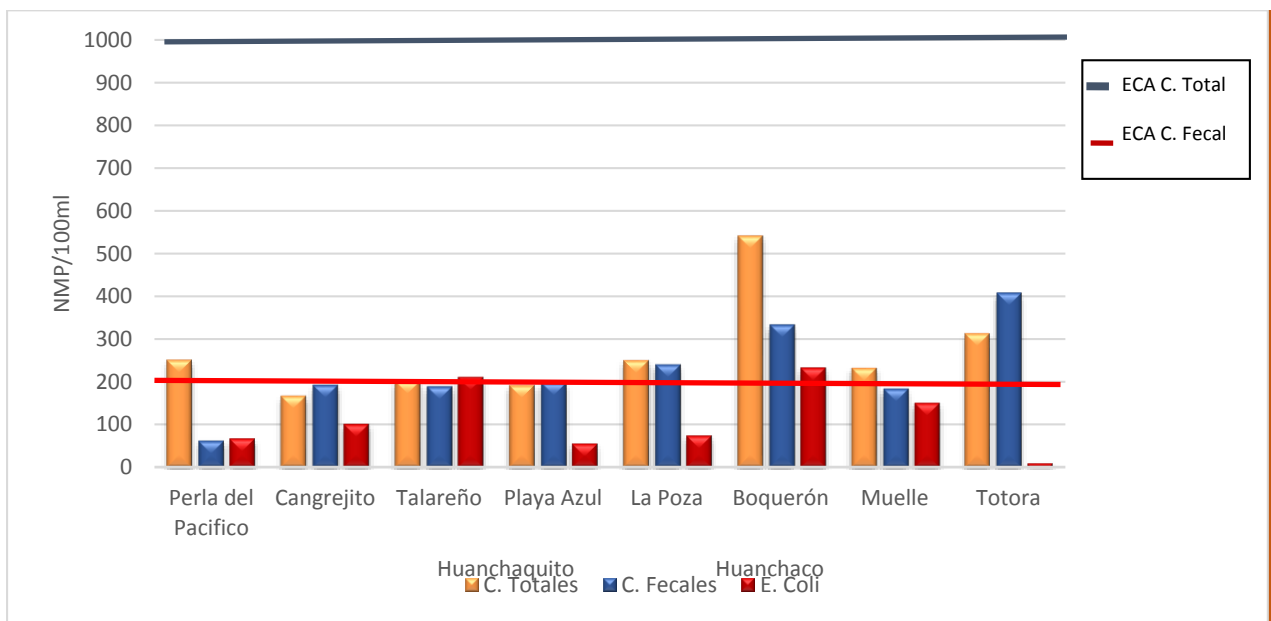


Fig. 6: Variación promedio de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* (NMP/100 ml) en cada una de las estaciones de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito, La Libertad-Perú.

La temperatura es la variable oceanográfica más fácil de obtener en el mar, su distribución y variación están íntimamente ligadas a las corrientes oceánicas y variaciones en la radiación solar²⁷. Por otro lado estos valores obtenidos pueden considerarse como adecuados para la vida de muchos organismos marinos, ya que cuando las temperaturas se elevan considerablemente favorece el desarrollo de patógenos.

Los valores promedio de pH 7,3-7,6 y la concentración de cloruros se encontraron en un rango de 223,3 mg/L-245 mg/L y estos parámetros se relacionan con la salinidad del mar; sin embargo, cuando la salinidad del mar aumenta disminuye la diversidad biológica ocasionando serios problemas con los organismos acuáticos¹⁰. Asimismo, los cloruros encontrados en el agua reportaron su mayor incremento durante el mes de Abril en la estación de Muelle con 27,11 mg/L y pH 8 en el mes de Agosto en todas las estaciones, comparando las evaluaciones realizadas en 2009¹⁹, son similares ya

que también encontró sus valores máximos para cloruros en el mes de Abril con 16,76 meq/L y en pH en el mes de Enero con pH 8. De acuerdo con el Artículo 15, capítulo III del Decreto 2005 del Ministerio de Salud, el valor admisible para cloruros es de 250 mg/L e indica que un alto contenido en cloruros puede afectar además causar irritación en los ojos²⁸.

En los resultados de oxígeno disuelto obtenidos se observó que en los valores promedios varían entre 8 mg/L-9,2 mg/L lo cual indica que están por encima del límite permisible dispuesto por las normas señaladas; sin embargo se puede asumir que es adecuada y suficiente para la actividad biológica realizada por los organismos marinos en su proceso metabólico consumen oxígeno²⁹; asimismo el oxígeno disuelto encontrado en el agua de mar reporta sus mayores concentraciones durante el mes de mayo 12,28 mg/L, lo que se acerca a los valores reportados por IMARPE en el año 2010, quienes registraron valores máximos de 8,03 mg/L en el mes de mayo y 8,07 mg/L en el mes de agosto en la estación Muelle de Huanchaco. El oxígeno disuelto está en función del origen de agua; es así como las aguas superficiales pueden contener cantidades relativamente altas próximos a la saturación, como un agua saturada de aire, a 20 °C y a la presión normal contiene 9,1 mg/L de oxígeno. Las normas europeas (CEE) y el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM¹⁸, categoría 1-B de contacto primario; indican como concentración límite mínimo apropiada la cifra de 5 mg/L.

La cantidad de oxígeno disuelto es un indicador importante de la calidad del agua, ya que es un elemento indispensable para la vida. La Ley de Henry indica que la solubilidad de un gas depende de la presión, además de variar con la temperatura²⁶. Se realizó un análisis de regresión lineal de oxígeno disuelto (variable dependiente) en relación a la temperatura, mes, playa y estaciones de muestreo (variables independientes) con los valores obtenidos de la playa Huanchaco y Huanchaquito dándonos como resultados que sólo se encuentra significancia de regresión con las variables independientes de temperatura asociado a los meses de muestreo con un valor de 0,559 y con un nivel de significancia de 0,00 ($p < 0,05$), lo que indica que las variables independientes influyeron de forma constante y homogénea en la variación de la variable dependiente. Según Rodier³⁰ cuando la temperatura aumenta, el contenido de oxígeno disminuye en razón de su pequeña solubilidad, pero también a causa del consumo aumentado por los seres vivos y las bacterias que se multiplican; ocasionando olores desagradables; por lo tanto es un indicador importante de la calidad de los cuerpos de agua.

La demanda bioquímica de oxígeno tuvo como valores promedios desde 6,67 mg/L-8,86 mg/L, se reportó como mínimo valor 3,82 mg/L en la estación de La Poza en el mes de marzo y como máximo valor 9,66 mg/L en la estación Cangrejito en el mes de Agosto, estos valores se encuentran por encima del límite máximo permisible (5 mg/L), dispuesto por las normas europeas (CEE) y el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM¹⁸, categoría 1-B de contacto primario. Lo que indica que no ha habido un gran consumo de materia orgánica por microorganismos durante los 5 días de incubación; Cuando un cuerpo de agua contiene una gran cantidad de microorganismos y se incuban en 5 días pueden degradar un 60-70% de materia orgánica carbonada, la nitrificación del amoníaco producido por las proteínas comienza entre los 6 y 10 días.

Según IMARPE los valores elevados de DBO_5 indican una alta concentración de materia biodegradable, tal es así que para aguas contaminadas obtienen valores mayores de 8 mg/L de oxígeno²⁵; sin embargo, en estas condiciones las aguas están relacionadas con la presencia de descargas de alcantarillados domésticos, fábricas pesqueras entre otros que incrementan la cantidad de materia orgánica y disminuyen la concentración de oxígeno³¹. Con respecto a los parámetros bacteriológicos como coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para aguas, según el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM¹⁸, categoría 1-B de contacto primario, el cual establece 1000 NMP/100 mL para coliformes totales y 200 NMP/ 100ml para coliformes fecales no siendo así, para las estaciones de muestreo de la playa de Huanchaco (La Poza, Boquerón y Totorá) y Huanchaquito (Talareño y Playa Azul) que su valor promedio de coliformes fecales excede a 200 NMP/100mL registrándose en la estación de Boquerón el valor máximo con 920 NMP/100ml en el mes de agosto, lo que indica que las aguas marinas de estas estaciones tienen contaminación fecal ya que al asociarse con el DBO_5 estos parámetros indican que hay un exceso de materia orgánica que permite a los microorganismos reproducirse y aumentar su población bacteriana. Estudios realizados en los balnearios de las Delicias y Huanchaco en el año 2003 se encontró que los resultados superaron el límite permisible de los estándares de calidad ambiental para aguas (ECA) en 60% para coliformes fecales y *E. coli*²⁰. Otros estudios realizados en el período de verano 2004-2005, se encontraron

valores mayores a 1100 NMP/100mL y 500 NMP/100mL para coliformes totales y fecales respectivamente, en las playas de Huanchaquito en los meses de Noviembre y Enero³². Estudios recientes realizados en el balneario de las playas liberteñas reportaron valores elevados de hasta 800 NMP/100ml para coliformes fecales, 450 NMP/ 100ml para *E. coli* entre los meses de Octubre 2011-Marzo 2012 en el cual indicó que la playa más contaminada fue Buenos Aires excediendo los límites máximos permisibles^{20,32}.

Al realizar el análisis de Varianza en los parámetros físico - químicos se obtuvo como resultado en la temperatura del agua, que no hay diferencia significativa entre estaciones, ya que tienen un nivel de significancia de 0,184 con un nivel de confianza de 95%; lo que indica que la temperatura es homogéneas entre las estaciones de la playa de Huanchaco y Huanchaquito. Así también para el pH se obtuvo un nivel de significancia de 0,336 valor que es mayor a 0,005 lo que indica que no hay diferencia significativa entre el pH de las diferentes estaciones de muestreo de ambas playas. En el análisis de ANOVA realizado para oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno se obtuvo un nivel de significancia de 0,626 y 0,252, respectivamente, interpretándose de la misma manera que estos parámetros en las estaciones son homogéneos y no hay diferencia significativa entre éstas. Y para cloruros se obtuvo un nivel de significancia de 0,698 que al igual de los parámetros anteriores es mayor que 0,05 a un nivel de confianza de 95%, por lo tanto tampoco hay diferencia significativa entre estaciones de muestreo.

Del mismo modo, el Análisis de Varianza se realizó para los parámetros bacteriológicos con un nivel de significancia de 0,384 para Coliformes Totales, 0,221 para Coliformes Fecales y 0,512 para *E. coli* con un nivel de confianza de 95%, valores que al igual que en los parámetros químicos-físicos son mayores a 0,05, lo que refiere que no hay diferencia significativa por lo tanto estos parámetros bacteriológicos son homogéneos en las playas de Huanchaco y Huanchaquito.

En el análisis de regresión lineal realizado el coeficiente de determinación fue de 0,310 con un valor de significancia de 0,00 ($p < 0,05$) lo que indica que la variable independiente (temperatura) influyo de manera constante y homogénea en la variable dependiente (DBO_5) en las estaciones de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito. Se estableció una relación entre oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno para determinar si hay una correlación entre estas variables a través del análisis de correlación de Pearson, obteniendo como resultado 0,363 con un nivel de significancia de 0,011. Estos valores indican que hay un 36% de correlación directa, debido a que el valor es positivo; pero que no es significativa siendo éste menor a 0,05 por lo que permite aseverar que no existe influencia de una variable con la otra.

CONCLUSIONES

- Los parámetros químico-físicos se encontró valores por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental, para fines recreativos de contacto primario, excepto para la demanda bioquímica de oxígeno con un valor promedio entre 8 mg/L-9,05 mg/L para las playas Huanchaco y Huanchaquito. Existe una relación de dependencia temperatura-oxígeno de 55,9% y temperatura - DBO_5 de 31%.
- Los indicadores bacteriológicos no superaron los Estándares de Calidad Ambiental, para fines recreativos de contacto primario, excepto para Coliformes Fecales con valores promedio altos de hasta 407 NMP/100mL para la estación Totorá en Huanchaco.
- En la playa de Huanchaco se obtuvo valores altos para Coliformes Fecales con 240 NMP/100ml y Huanchaquito valores altos para *Escherichia coli* con 98 NMP/100mL.
- Los valores del análisis de Varianza multifactorial de los parámetros químico-físicos y bacteriológicos fueron mayores a 0,05; por lo tanto los valores son homogéneos en las playas Huanchaco y Huanchaquito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guerrero M, Florián C. Calidad bacteriológica del agua de bebida y recreación en las cuencas de los ríos Huallaga y Mayo en el departamento de San Martín-Perú. REBIOL 1993; 13(1-2): 55-66.
2. Marín B, Garay J, Ramirez G, Betaconcourt J, Troncoso W, Gómez M. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico Colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de aguas marinas y costeras de Colombia. Diagnostico Nacional y Regional. IVEMAR. 2005.
3. Marín B, Calvin N, Ramírez G, Troncoso W, Medina L. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico Colombiano. Red de vigilancia para la protección y conservación de la calidad de las aguas marinas y costeras. Colombia. INVEMAR. 2002.
4. Cabelli J. Health Effects criteria for Marine Recreational Waters. Washington, D.C. US Environmental Protection Agency. 1984.
5. Comisión Federal Para La Protección Contra Riesgos Sanitarios. Lineamiento para determinar la Calidad de agua de mar para uso recreativo de contacto primario. Secretaria EsSalud. Lima. Perú. 2004
6. Obón J. Análisis microbiológico del agua. Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad Politécnica de Cartagena. Colombia. 2009
7. Galv L. A Water Pollution crisis the Americas. Habitat Devate. USA. 2003; 9 (3): 10.
8. Vergaray G, Méndez C, Morante H, Heredia V, Bejar V. *Enterococcus* y *Escherichia coli* como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima. Ministerio de la Salud. Lima. Perú. 2007
9. Iñiguez L, Gutiérrez C, Miramontes L, López A. El impacto de la actividad turística en la calidad bacteriológica del agua de mar. Gaceta ecológica México 2007; 82: 69-76
10. Sierra C. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Universidad de Medellín. Ediciones de la Universidad de Colombia. 2011; pp.135-136
11. Durand A. Las Aguas Residuales de Lima: un reto metropolitano. Inst Francés de estudios Andinos. 2007.
12. DIGESA. Directiva Sanitaria que Establece el Procedimiento para la Evaluación de la Calidad Sanitaria de las Playas del Litoral Peruano Directiva Sanitaria N°038-MINSA/DIGESA-Vol 1. 2010
13. Osoreo F, Roca J, Ramos W, Domínguez N. Presencia de bacterias patógenas en las aguas de la desembocadura del Río Surco y la Playa La Chira, Lima, Perú. Acta Med Per 2009; 26(4): 243-245
14. Zapata E, López E, Gonzáles I, Montero P, Romero K. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de Tumbes. IMARPE. 2010
15. IMARPE. Variación de parámetros oceanográficos en las estaciones fijas de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, Salaverry y Puerto Morín. Informe Anual: Seguimiento y Variabilidad Ambiental Región La Libertad. Laboratorio Costero de Huanchaco. 2009
16. Flores M, Hernández F, Miranda R. Calidad bacteriológica de las principales playas de la bahía de Acapulco, Guerrero. Programa de Maestrías en Ciencias del Mar. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. Manzanillo. México. 2011
17. Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental. Calidad Sanitaria de las playas del Litoral Peruano, Control de Calidad Microbiológica. 2010
18. MINAM. Decreto Supremo N° 002-2008 –. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas Categoría: Poblacional y recreacional. Perú. 2008. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe>
19. Reátegui L. Calidad de agua Huanchaco, en la estación marina en la zona litoral, playa en la estación de verano 2009. Tesis de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú, 2009.
20. Flores A. Indicadores de contaminación fecal de las playas Huanchaco, Huanchaquito y Buenos Aires de Trujillo, Octubre 2011-Abril 2012. Tesis de Biólogo Pesquero. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú. 2012
21. APHA-AWWA-WPCF. Métodos Normalizados para el Análisis del Agua Potable y Residuales. 17° ed. Edit. Días de los Santos S. A. Madrid-España. 1992
22. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía para la calidad del agua potable. Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Ginebra. 1985: 3: 8
23. CEPIS, PNUMA Y Ministerio de Salud. Curso Regional sobre técnicas microbiológicas para evaluar la contaminación en aguas y playas del Pacífico Sur. Perú. 1988
24. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). Guía sobre el control de calidad del agua. Lima-Perú. 1999
25. Instituto del Mar del Peru-IMARPE. Variación de parámetros oceanográficos en las estaciones fijas de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, Salaverry y Puerto Morín. Informe Anual: Seguimiento y Variabilidad Ambiental Región La Libertad. Laboratorio Costero de Huanchaco. 2010

26. Instituto del Mar del Perú-IMARPE. Variación de parámetros oceanográficos en las estaciones fijas de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, Salaverry y Puerto Morín. Informe Anual: Seguimiento y Variabilidad Ambiental Región La Libertad. Laboratorio Costero de Huanchaco. 2012.
27. Zuta S, Guillen O. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Junio 1970. Instituto del Mar del Perú. 1970. 2(5).
28. Instituto Nacional de Salud. Análisis Físicoquímico de aguas. Manual de procedimientos. ISBN-958-13-0049-X. Colombia. 1991
29. Cabrera C. Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la Bahía de Chancay. Tesis Maestro en Historia y Geografía. Escuela de Postgrado. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú. 2002.
30. Rodier J. Análisis de las aguas. España: Editorial Omega. 1990
31. Noble R, Moore T, Leecaster D, McGee M, Weisberg C. Comparison of total coliform, fecal coliform, and enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing. Water Reserch 2003; 37:1637-1643
32. Silva M. Indicadores de Contaminación fecal en el agua de mar de la playa Las Delicias y del Puerto Salaverry. Trujillo, Noviembre 2011-Abril. 2012.