

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“Identificación y cuantificación de Coliformes totales y *Escherichia coli* en las zonas de amortiguamiento Las Delicias y Parachique en la Bahía de Sechura – Piura”

Tesis para optar el Título Profesional de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Mariela Quijada Rojas

Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

LIMA – PERÚ

2016

El presente trabajo está dedicado a mi familia que me apoya en cada paso de mi vida, impulsándome siempre a ser una mejor persona cada día.

AGRADECIMIENTO

A mi asesora la Dra. Muriel Gómez Sánchez Orezzaoli quien me ayudo y guio, con mucha paciencia y dedicación, en cada etapa de éste nuevo proyecto, a mi director el Dr. Armando Hung quien me facilitó el ingreso y participación en ésta nueva área de la medicina veterinaria, además de apoyarme con el acceso a las zonas de muestreo con el personal y equipo adecuado, al Dr. Carlos Shiva por facilitarme el material y lugar de trabajo, además de la guía en el desarrollo de la parte experimental y al Dr. Ernesto Falcón quien se dio el tiempo para la revisión y corrección de la parte estadística del proyecto.

A éstas 4 personas, gracias por la guía, apoyo y enseñanza en forma desinteresada que me brindaron en todo momento.

ABSTRACT

The studies of the microbiological quality of the marine water are crucial in the coasts. The main reason is to know the potential impacts in public health, because it is known that many populations use the marine water as a source of different activities such as food production.

The present study took place in two buffer zones of Sechura: Parachique bay and Las Delicias bay. The water was monitored every 15 days for 4 months, in each visit a sample of 500 ml of water was taken; then it was processed by two different methods: Most Probable Number (MPN) and Membrane Filtration (MF). This study shows the presence of *E. coli* in both buffer zones: Parachique bay 2.4 UFC/100ml (maximum level) and Las Delicias bay 1.6 UFC/100ml (maximum level). Furthermore, in Las Delicias the mean total coliforms was 22.6 NMP/100ml and its termotolerance was 12 NMP/100ml; also in Parachique the mean total coliforms was 9.5 NMP/100ml and its termotolerance 6.6 NMP/100ml.

In conclusion, both zones are exposed to pollutants that threat human health by rising bacterial load. People who have direct contact with contaminated water or eat seafood produced in Sechura's buffer zones are at high risk.

Key word: Sechura, Buffers, Coliforms, *E. coli*.

RESUMEN

El estudio de la calidad microbiológica de las aguas marinas que bañan las playas de cualquier ciudad es de vital importancia para conocer los potenciales impactos que tendrá sobre la salud pública de la población que usa las franjas costeras para diferentes actividades, entre ellas la producción de alimentos hidrobiológicos.

El presente estudio de análisis microbiológicos se realizó en dos lugares de la zona de amortiguamiento de la bahía de Sechura, Parachique y Las Delicias, que fueron monitoreadas cada 15 días durante 4 meses, tomando por cada muestra 500ml de agua y procesándolas a través de los métodos de Número más Probable (NMP) y el de Filtración por Membrana (FM). Los resultados muestran la presencia de *E. coli* en ambas zonas con un máximo nivel de 2.4 UFC/100ml en la zona de Parachique y de 1.6 UFC/100ml en la zona Las Delicias. En cuanto a los coliformes totales y termotolerantes la media fue de 22.6 NMP/100ml y 12 NMP/100ml respectivamente en Las Delicias, mientras que en Parachique la media para coliformes totales y termotolerantes fue de 9.5 NMP/100ml y 6.6 NMP/100ml respectivamente,

En conclusión ambas zonas se encuentran expuestas a contaminantes que elevan la carga bacteriana, poniendo en riesgo la salud de las personas que entran en contacto con estas aguas y/o que consumen productos extraídos de éstas zonas.

Palabras claves: Sechura, amortiguamiento, coliformes, *E. coli*

INTRODUCCION

La contaminación en aguas costeras, principalmente por descargas residuales urbanas, agrícolas e industriales, es una problemática a nivel mundial, reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y que ha despertado gran interés en los países desarrollados, consumidores de materias primas de países en vías de desarrollo, generando estándares sanitarios (Cabrera, 2002). En el Perú, las fuentes más comunes de contaminación, la constituyen las descargas industriales y domésticas (Vergaray *et al.*, 2011). Es por ello, que la evaluación de microorganismos en el agua costera es de vital importancia para conocer el impacto que tendrían sobre la salud pública (Osoreo *et al.*, 2009) o actividad comercial.

Los indicadores de contaminación bacteriológica más empleados internacionalmente son los coliformes totales y los coliformes termotolerantes dentro de los cuales tenemos a la *Escherichia coli*, que es el principal indicador de contaminación fecal reciente, por su específica relación con desechos fecales y por persistir por largos periodos de tiempo en el agua y suelos tropicales. (Osoreo *et al.*, 2009; Vergaray *et al.*, 2011; Flores *et al.*, 2011; OPS, 2004). La *E. coli* se caracteriza por colonizar el intestino de mamíferos de sangre caliente desde el nacimiento y establecer una relación simbiótica. Existen cepas patógenas serotipificadas en 176 antígenos somáticos (O), 112 flagelares (H) y 60 capsulares (K), responsables de diferentes cuadros clínicos y contribuyentes a la clasificación de *E. coli* en 6 grupos patógenos: *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), enteroinvasiva (EIEC), enterohemorrágica (EHEC), enteroagregativa (EAEC), adherente difusa (DAEC) y enteropatógena (EPEC) (Vidal *et al.*, 2007; Rodríguez, 2002).

La inadecuada manipulación de alimentos es la principal causa de brotes de *E. coli* patógeno en el mundo, en Mayo y Junio del 2011 Alemania presentó un brote por la cepa enterohemorrágica O104:H4, donde las fuentes de contaminación fueron semillas de alholva importadas de Egipto. (Martínez *et al.*, 2011). En el mismo año, en Japón se dió un brote por la cepa *E. alberti* y la cepa O183:H18, en 48 asistentes de una fiesta, donde no se pudo identificar la fuente contaminante (Ooka *et al.*, 2011). En lo referente a los monitoreos ambientales realizados en el Perú, Osoreo *et al.* (2009) realizaron un estudio piloto en el Río Surco y la playa la Chira en donde identificaron una densidad bacteriana por encima de los valores permisibles para la zona, identificando *E. coli*, *Vibrio sp*, *Klebsiella sp*, entre otros agentes patógenos en los diferentes puntos de muestreo en la desembocadura del río. Ochoa *et al.* (2008 y 2011) reportaron la presencia de *E. coli* de diferentes cepas patógenas productoras de cuadros diarreicos en niños peruanos de diferentes distritos de Lima y Huaraz. Un estudio realizado por Marcos *et al.* (2013) en el Rio Sechura, que desemboca en la bahía de Sechura, manifestó contaminación de sus aguas por el Virus de Hepatitis tipo A (virus también presente en heces humanas de personas infectadas) en 2 de sus 24 muestras realizadas, siendo así un factor de riesgo para la salud pública.

Actualmente la maricultura ha cobrado mayor importancia. Solo en el Perú la exportación de moluscos entre enero del 2012 y octubre del 2013 aumento de 237'433,058 kg a 246'030,425 kg, debido a que se han convertido en parte de la dieta diaria de un mayor número de países en el mundo (ADEX, 2013). Sin embargo uno de los principales problemas que afectan a ésta actividad, es la contaminación por desechos industriales, agrícolas y alcantarillado sin tratamiento, los cuales son vertidos al hábitat de moluscos bivalvos, que se alimentan por filtración acumulando y concentrando los potenciales patógenos que finalmente debido a su consumo con poco o nada de tratamiento térmico, son un riesgo para la salud del consumidor (Treviño, 1995; FAO, 2007; Martínez y Villalobos, 2005).

Por ello es muy importante la identificación y vigilancia de las zonas de cultivo, donde el uso de los indicadores bacterianos de contaminación, ayudan a evaluar el riesgo sanitario del producto.

(FAO, 2010), es así que el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB) clasifica las áreas de producción de moluscos bivalvos en áreas aprobadas o condicionalmente aprobadas (Área tipo A); áreas restringidas o condicionalmente restringidas (Área tipo B) y las áreas prohibidas (Área tipo C), bajo los estándares de la Food and Drug Administration (FDA) y la Unión Europea (UE), reglamentos basados en la cantidad de coliformes totales y coliformes termotolerantes encontrados en las muestras de agua (Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, 2003; FAO, 2010; Programa Moluscos Bivalvos, 2006). Los parámetros establecidos por las mencionadas organizaciones son acatadas y puestas en práctica por instituciones sanitarias pesqueras como el ITP/SANIPES e IMARPE (Procedimiento: Control oficial de zonas y áreas de producción clasificadas de moluscos bivalvos. ITP, 2012. FIGURA 1y 2)

Por lo tanto el mejor método para producir moluscos de una manera segura es el cultivo y la recolección en áreas que no estén sometidas a ninguna fuente externa de contaminación, aunque hay que señalar que estas áreas son muy escasas, por lo que generalmente es necesario un proceso posterior de depuración o reinstalación (FAO, 2010).

La zona de amortiguamiento de la Bahía de Sechura es el área expuesta a recibir todos los factores de contaminación que generan los desagües domésticos de las poblaciones y algunas empresas pesqueras industriales y flotas pesqueras. Área que fue delimitada en Mayo del 2013 y está comprendida entre los sectores Parachique – Puerto Rico donde le corresponde una milla marina (1852 metros) y entre las zonas Matacaballo – Parachique donde alcanza las dos millas marinas y en la cual podemos encontrar bancos naturales de bivalvos marinos como conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) y palabritas (*Donax sp*) en estadios juveniles en su mayoría; y de donde se encuentra prohibida la extracción para su comercialización por no tener un control sanitario frecuente por las autoridades sanitarias pesqueras correspondientes (ITP/IMARPE). (Oficina de comunicaciones e imagen institucional, 2013).

El presente estudio se hizo con el objetivo de cuantificar e identificar la carga bacteriana existente en aguas marinas de las zonas de amortiguamiento Las Delicias y Parachique de la Bahía de Sechura y compararlas con los valores estandarizados por la FDA y la Unión europea para la producción y extracción de moluscos bivalvos.

FIGURA 1.

Tipo de Indicadores	Muestras	Indicadores	Límites Máximos Permisibles	Frecuencia ⁽¹⁾
Microbiológicos	Agua	Coliformes termotolerantes	≤ 14 NMP/100mL (Área Tipo A) ≤ 88 NMP/100mL (Área Tipo B) D.S. N° 002-2008-MINAM	Quincenal
	Moluscos	E. Coli	< 230 NMP/100g (Área Tipo A)* < 4600 NMP/100g (Área Tipo B)* < 46000 NMP/100g (Área Tipo C)** *D.S. 07-2004-PRODUCE **Reglamento (CE) N° 854-2004, anexo 2, capítulo 2	Quincenal
		Salmonella	Ausencia	Quincenal o Mensual ⁽²⁾
		Virus Hepatitis A	Ausencia	Quincenal

Procedimiento: Control oficial de zonas y áreas de producción clasificadas de moluscos bivalvos. Indicadores y frecuencias.(www.itp.gob.pe/sanipes)

FIGURA 2.

Cuadro 2.4: Criterios de clasificación de zonas de producción y recolección de moluscos del programa sanitario nacional de los Estados Unidos

Clasificación	Total coliformes (100 ml agua)		Coliformes fecales (100 ml agua)		Tratamiento necesario
	Media geométrica	Cumplimiento al 90 % ¹	Media geométrica	Cumplimiento al 90 % ¹	
Zonas autorizadas	≤70	≤230	≤14	≤43	Ninguno
Zonas restringidas	≤700	≤2300	≤88	≤260	Depuración o reinstalación en una zona autorizada
Zonas prohibidas	Sin estudio sanitario o incumplimiento de las condiciones para zonas autorizadas o restringidas ²				Recolección prohibida

¹ Valores para la prueba de dilución decimal de 5 tubos – se dan distintos valores de cumplimiento al 90 por ciento para el NMP de 3 tubos y las pruebas de filtración por membrana mTEC.

² Se pueden utilizar aspectos alternativos a la concentración de contaminantes para declarar una zona prohibida.

Criterio clasificación de zonas de producción y recolección de moluscos del programa sanitario nacional de los Estados Unidos (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos. 2010. Roma: FAO. 12p)

MATERIALES Y METODOS:

Área de estudio

El presente estudio se realizó en dos ubicaciones de la zona de amortiguamiento de la Bahía de Sechura, Las Delicias ubicada en 5°43'33.178" grados de latitud Sur y 80°51'44.214" grados de longitud oeste y Parachique ubicada a los 5°43'25.7" grados de latitud sur y a 80°51'33.8" grados de longitud oeste (formato DMS).

Toma de muestras

Se tomaron 2 muestras de agua en cada zona de estudio a dos puntos de profundidad diferente en una misma columna marina. Las muestras fueron tomadas en frascos de plástico de 500ml estériles, sujetos por un cabo desinfectado ya medido para ambos puntos de profundidad denominadas "fondo" y "superficie", donde la primera se tomó a 50cm del fondo marino y la segunda a 50cm de la superficie marina. Se tomaron 500 ml de agua de mar por frasco en cada punto de profundidad y fueron almacenados en un cooler con hielo manteniendo una temperatura menor a 10°C para su transporte al laboratorio, donde fueron procesadas antes de las 48h.

Procesamiento de muestras

El procedimiento de muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia bajo estrictas medidas de bioseguridad indicadas para cada área de trabajo, garantizando la seguridad y

bienestar del personal involucrado, a través del adecuado uso y deshecho de los productos químicos y biológicos del laboratorio.

Cuantificación de coliformes totales y termotolerantes

Para la cuantificación de coliformes totales y termotolerantes se utilizó el Método de Número más probable (NMP) validado por el American Public Health Association (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) y la Organización Mundial de Salud; para lo cual se preparó 15 tubos con caldo Lauryl sulfato, 5 a concentración doble donde se colocó 10 ml de la muestra de agua, 5 tubos a concentración simple con 1ml de la muestra de agua y 5 tubos a concentración simple con 0.1ml de la muestra de agua y se dejaron incubando a 35°C +/- 0.5°C durante 24- 48h, así los tubos con reacción positiva (producción de gas) fueron sembrados en Caldo Verde brillante lactosa bilis 2% y en caldo EC con 10ul de la muestra positiva por 24h a 37°C +/- 0.2°C y 44.5°C +/- 0.2°C respectivamente. Los positivos al medio verde brillante son los coliformes totales, y los positivos al medio EC son los coliformes termotolerantes.

Identificación y cuantificación de E. coli

Para la identificación de E. coli se utilizó el método de Filtración en Membrana validado por American Public Health Association (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) y la Organización Mundial de Salud, donde se filtró 100ml de la muestra de agua a través de membranas de 47mm de diámetro, con poro de 0.45um de diámetro nominal. Después la membrana se colocó en el medio de cultivo Agar Tripticasa de Soya (TSA) y se incubó a 37°C por 4-5 horas y luego se pasa la misma membrana al medio de cultivo Agar Triptona y Sales Biliares (TBA) donde se incubó a 44°C por 19-20 horas. Al final la membrana se pasó a una almohadilla de filtro y se saturó con reactivo Indol y se irradió con la lámpara ultravioleta durante 10 a 30 min donde las colonias observadas de color rojo son consideradas colonias de *E. coli*.

Análisis de datos

Los datos obtenidos se pasaron a tablas de Excel con el fin de obtener gráficas que representen la variabilidad de resultados obtenidos en ambas zonas por cada fecha de monitoreo a dos diferentes profundidades, estos valores serán comparados con los valores estándares establecidos por el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos para la clasificación de áreas de extracción de éste producto.

RESULTADOS

Los resultados de las 32 muestras tomadas en la bahía de Sechura (16 de Parachique y 16 de Las Delicias) se encuentran graficadas en los cuadros 1, 2, 3 y 4 los cuales indican el número de bacterias coliformes totales y termotolerantes expresados en NMP/100ml y el número *E. coli* expresados en UFC/100ml.

De las 32 muestras, las que presentaron la carga bacteriana más alta y el mayor número de muestras positivas a la presencia de coliformes totales, termotolerantes y *E. coli*, fueron las tomadas en el punto “fondo” tanto en la zona de Parachique como en Las Delicias. Además que Parachique fue la zona donde se encontró el mayor número de muestras positivas a la presencia de coliformes totales (93.8%), termotolerantes (93.8%) y *E. coli* (100%).

Los resultados con el pico más alto de contaminación por coliformes totales y termotolerantes fue de 170NMP/100ml y 90NMP/100ml respectivamente, detectado en Las Delicias, y el pico más alto de *E. coli* fue de 2.4UFC/100ml y fue detectado en Parachique, ambos resultados fueron obtenidos en el punto “fondo” de profundidad.

Los resultados de coliformes totales y termotolerantes ($X=22.7$ y $X=12$) muestran una mayor contaminación bacteriológica en Las Delicias, mientras que los resultados de *E. coli* confirman su mayor presencia en Parachique ($X=1.6$), ambos resultados también fueron obtenidos en el punto “fondo” de profundidad.

Los niveles de coliformes totales y termotolerantes de ambas zonas, fueron representados en los cuadros 1 y 2 con el fin de observar los niveles alcanzados y compararlos con los valores establecidos por IMARPE y el ITP para ser una zona aprobada para la producción y recolección de conchas de abanico.

Los niveles de *E. coli* encontrados en productos (moluscos bivalvos) en las mismas zonas y fechas, presentaron valores que clasifican a Parachique y Las Delicias como una zona tipo B o zona restringida según los parámetros establecidos por IMARPE y el ITP.

CUADRO 1. Cantidad de coliformes totales y termotolerantes en la zona de Las Delicias en dos puntos marítimos (superficie y fondo), a través de la técnica del Número Mas Probable (Mayo – Agosto 2013).

FECHAS		10/05	24/05	09/06	23/06	07/07	21/07	03/08	24/08	MEDIA
	C. TOTALES en NMP/100ml	2	<2	<2	22	6	2	50	<2	10.3
SUPERFICIE	C. TERMOTOLERANTES en NMP/100ml	<2	<2	<2	14	<2	<2	*22	<2	4.5
	C. TOTALES en NMP/100ml	2	<2	<2	7	2	<2	**170	<2	22.6
FONDO	C. TERMOTOLERANTES en NMP/100ml	2	<2	<2	4	<2	<2	*90	<2	12

*Valores de coliformes termotolerantes que exceden el límite establecido para una zona aprobada en producción de bivalvos marinos según IMARPE e ITP (límite máx. 14NMP/100ml).

** Valores de coliformes totales que exceden el límite establecido para una zona aprobada en producción de bivalvos marinos según IMARPE e ITP (límite máx. 70NMP/100ml).

CUADRO 2. Cantidad de coliformes totales y termotolerantes en la zona de Parachique en dos puntos marítimos (superficie y fondo), a través de la técnica del Número Mas Probable (Mayo – Agosto 2013).

FECHAS		10/05	24/05	09/06	23/06	07/07	21/07	03/08	24/08	MEDIA
SUPERFICIE	C. TOTALES (NMP/100ml)	6	<2	7	4	4	4	4	9	4.8
	C. TERMOTOLERANTES (NMP/100ml)	6	<2	4	4	6	4	2	7	4.1
FONDO	C. TOTALES (NMP/100ml)	6	2	7	13	6	8	17	17	9.5
	C. TERMOTOLERANTES (NMP/100ml)	2	2	4	4	4	7	*17	13	6.6

*Valores de coliformes termotolerantes que exceden el límite establecido para una zona aprobada en producción de bivalvos marinos según IMARPE e ITP (límite máx. 14NMP/100ml).

CUADRO 3. Identificación y cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de E. coli en la zona de Las Delicias en dos puntos marítimos (superficie y fondo), a través de la técnica Filtración en Membrana (Mayo – Agosto 2013).

FECHAS		10/05	24/05	09/06	23/06	07/07	21/07	03/08	24/08	MEDIA
SUPERFICIE	E. COLI (UFC/100ML)	0	0	0	10	0	0	12	0	2.8
FONDO	E. COLI (UFC/100ML)	0	0	0	10	0	0	16	0	3.3

*UFC = cada colonia visualizada por cada 100ml de muestra procesada. Valores absolutos según normas del ISO 8199:2005 de Water quality (General guidance on the enumeration of micro-organisms by culture)

CUADRO 4. Identificación y cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de E. coli en la zona de Parachique en dos puntos marítimos (superficie y fondo), a través de la técnica Filtración en Membrana (Mayo – Agosto 2013).

FECHAS		10/05	24/05	09/06	23/06	07/07	21/07	03/08	24/08	MEDIA
SUPERFICIE	E. COLI (UFC/100ML)	20	10	19	11	24	10	24	10	16
FONDO	E. COLI (UFC/100ML)	10	10	10	14	12	19	16	24	14

*UFC = colonia visualizada por cada 100ml de muestra procesada. Valores absolutos según ISO número 8199:2005 de Water quality (General guidance on the enumeration of micro-organisms by culture)

CUADRO 5. Cuantificación de E. coli en muestras de moluscos bivalvos de la zona de amortiguamiento de Parachique y Las Delicias , a través del método Numero mas probable (Mayo – Julio 2013).

FECHAS		10/05	24/05	09/06	23/06	07/07	21/07
DELICIAS	E. COLI (NMP/100gr)	*490	*1400	*1400	*900	*380	*380
PARACHIQUE	E. COLI (NMP/100gr)	*1300	*1700	*2400	*1700	*1100	*1700

*Valores sobre pasan los limites establecidos para una zona de produccion tipo "A" (<230 NMP/100g).

DISCUSION

Los parámetros de calidad sanitaria de aguas para cultivo de moluscos bivalvos, son establecidos por la Ley General de Aguas con el apoyo de instituciones como IMARPE y el ITP, donde los parámetros bacteriológicos indican que un número de coliformes totales y termotolerantes menores a 70/100ml y 14/100ml respectivamente, clasifica a un área como aprobada (tipo A) para el cultivo y extracción de moluscos bivalvos.

La media de resultados obtenidos de coliformes totales y termotolerantes, indican que la zona más contaminada es Las Delicias, debido a que presenta el pico más alto de carga bacteriana en todo el tiempo de muestreo, lo cual se puede deber a factores medioambientales como oleadas que arrastren agentes contaminantes que alteran los niveles bacterianos, no solo en agua sino en el organismo de los moluscos bivalvos, así como las variaciones de carga bacteriana que reporta el ITP en sus comunicados mensuales (www.itp.gob.pe) o también por contaminación antropogénica.

Así también en Parachique el 100% de las muestras fueron positivas a coliformes totales y termotolerantes, ésta presencia constante de bacterias se puede relacionar con la cercanía que tiene a la desembocadura del río Sechura, en el cual desembocan los desagües de la ciudad sin previo tratamiento.

Por otro lado los resultados obtenidos de *E. coli*, indican que existe contaminación fecal, ya que en Parachique el 100% de las muestras fueron positivas y en Las Delicias fue el 16% con resultados positivos, lo cual puede ser debido a que ambas áreas de muestreo son zonas utilizadas

como desembarcadero de pescadores y son zonas visitadas por algunos mamíferos marinos como el lobo de mar. (FIGURA 2)

Sin embargo los resultados de la media de coliformes totales y termotolerantes para ambas zonas, indican que según los valores microbiológicos alcanzados, podrían ser clasificadas como una Zona aprobada (Tipo A) para la producción de moluscos bivalvos, pero para determinar esta clasificación se requiere del monitoreo de todo un año y la evaluación de otros agentes bacteriológicos y factores químicos y fisicoquímicos. (ITP, 2012)

Los resultados son relativamente favorables para ambas zonas, ya que a pesar de que la media de coliformes totales y termotolerantes no excede el límite permisible, se presentaron fechas donde hubo un alto nivel bacteriano además de la constante presencia de *E. coli*, lo cual puede poner en riesgo la salud de las personas que entren en contacto con estas aguas o que consuman productos extraídos de éstas zonas.

Estudios similares en aguas marinas de nuestro litoral, han demostrado valores elevados de bacterias patógenas, así tenemos estudios realizados en diferentes playas de Lima por Vergaray y colaboradores (2011), que indican contaminación por *E. coli* y *Enterococcus* en playas recreativas al sur del país, que sobrepasan los límites permitidos para aguas recreativas según la Ley general de aguas.

Similarmente las zonas monitoreadas tienen fechas donde sobrepasan los límites bacteriológicos establecidos, sin embargo las personas siguen ingresando a estas aguas por diferentes motivos, exponiéndose a contraer alguna enfermedad provocada por estas bacterias. Una de las mayores preocupaciones de los resultados de este estudio es que a pesar de ser zonas prohibidas para extracción de moluscos bivalvos (IMARPE, 2014), la gente sigue desarrollando esta actividad ilícitamente (Figura 2) poniendo en riesgo no solo su salud, sino también la salud de las personas consumidoras de los productos extraídos de éstas zonas. Además sabiendo que el consumo de

moluscos bivalvos está en auge (ADEX, 2014), personas inescrupulosas exportan productos sin control sanitario adecuado, desacreditando nuestro producto tanto a nivel nacional como internacional.

FIGURA 2.



Zona de amortiguamiento de Sechura: Presencia de lobos marinos

CONCLUSIONES

- Las aguas de las zonas muestreadas se encontraron constantemente contaminadas por la bacteria *E. coli*, sobre todo en la zona de Parachique, lo cual indica que los productos extraídos de dichas zonas, podrán afectar en forma significativa la salud del consumidor.
- Los valores de coliformes totales y termotolerantes encontrados indican que ambas zonas se encontrarían clasificadas como áreas aptas para la producción de moluscos bivalvos, sin embargo existieron tres fechas en el monitoreo, donde los valores de éstas bacterias se encontraban por encima del máximo valor superior para ésta clasificación.

LITERATURA CITADA

- [ADEX] Asociación de exportadores. 2013. Sectores económicos: Exportaciones Ene – Oct 2012/2013. 10-14p
- [ADEX] Asociación de exportadores. 2014. Sectores económicos: Exportaciones Ene – Jun 2013/2014. 1-4p
- Cabrera Carranza. 2002. Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la Bahía de Chancay. Propuesta de recuperación. Experimental. Chancay. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 177p.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. 2003. Manual de buenas prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos para la inocuidad alimentaria. Mazatlán: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. 83p
- Flores MM, Flores HM, De la Luz M. 2011. Calidad bacteriológica de las playas de la bahía de Acapulco, Guerrero. *Contactos*. 80: 5-11.
- Guión C, Ochoa J, Walker C, Barletta F, Cleary T. 2008. Detection of diarrheagenic *Escherichia coli* by use of melting curve analysis and real time multiplex PCR. *J Clin Microbiol*. 46: 1752-1757.
- [RKI] Instituto Robert Koch. 2011. Revisión de la crisis alimentaria desatada por la bacteria *E. coli* en Europa. 17p
- Marcos A, Gómez-Sánchez M, Hung A. 2014. Detección de Hepatitis A en dos muestras de agua del río Sechura, usando transcriptasa-reversa PCR en tiempo real. *Salud tecnol.vet*. 1;1-6.

- Martínez R, Villalobos L. 2005. *Escherichia coli* enteropatógena en moluscos crudos y cocidos. Rev Cient FCV-LUZ. 15:163-167.
- Ochoa T, Mercado E, Durand D, Rivera F, Mosquito S, Contreras C, *et al.* 2011. Frecuencia y pato tipos de *Escherichia coli* diarrogénica en niños peruanos con y sin diarrea. Rev Perú Med. 28:13-20.
- Oficina de comunicaciones e imagen institucional, 2013. Demarcan zona de amortiguamiento y establecen patrullaje en la bahía de Sechura. Marzo 2015.<http://www.regionpiura.gob.pe/detalle.php?idpag=6&id=675&per=2013>.
- Ooka T, Tokouka E, Furukawa M, Nagamura T, Ogura Y, Arisawa K, *et al.* 2013. Human gastroenteritis outbreak associated with *Escherichia albertii*, Japan. Emerg Infect Dis. 19: 1
- [OPS] Organización Panamericana de la Salud. 2004. Manual para análisis básico de calidad de agua de bebida. Lima: OMS. 147p.
- Osores F, Roca J, Rosas W, Domínguez N. 2009. Presencia de bacterias patógenas en las aguas de la desembocadura del Río surco y la Playa La Chira. Acta Médica Peruana. 26: 243-246.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura. 2007. Puerto Montt: FAO. 377p.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos. 2010. Roma: FAO. 153p
- Rodríguez G. 2002. Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. Salud Pública Mex. 44:464-475.
- Treviño E. 1995. Clasificación de la calidad sanitaria del agua en el área de cultivo de moluscos bivalvos en la zona de la cooperativa Bahía tortugas. La Paz baja California: Centro interdisciplinario ciencias marinas. 54p.
- Vergaray G, Méndez C, Morante H, Heredia V, Béjar V. 2007. *Enterococcus* y *Escherichia coli* como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima. Instituto de investigaciones FIGMMG. 10: 82-86.

Vergaray G, Méndez C, Morante H, Gamboa R, Fernández F. 2011. Calidad microbiana del agua de playas de Lima y su relación con focos de contaminación. RIIGEO. 14: 73-79.

Vidal J, Canizález R, Gutiérrez J, Navarro F. 2007. Patogénesis molecular, epidemiología y diagnóstico de *Escherichia coli* enteropatógena. Salud Pública Mex.49:376-386.