



Universidad de Carabobo
Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología
Departamento de Biología
Trabajo Especial de Grado



**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA ARENA Y EL AGUA DE LAS
PLAYAS TURÍSTICAS “HUEQUITO” Y “QUIZANDAL” (MUN. PUERTO
CABELLO, EDO. CARABOBO) COMO HERRAMIENTA INDICADORA DE LA
CALIDAD AMBIENTAL**

Autor: Br. Domingo Garrido

Tutores: Dr. Rafael Fernández Da Silva

MSc. Vincenzo Storaci Koschelov

**Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo
como requisito para optar al título de Licenciado en Biología**

Bárbula, Marzo de 2017

Agradecimientos

En primera instancia, los años no me alcanzarán para agradecer a quiénes durante mi corta vida me han dado el mejor ejemplo de disciplina y perseverancia, a mi padre Domingo Garrido y mi madre Eyra Parra, gracias por la paciencia durante este viaje tan largo pero que ha culminado siendo exitoso, fructífero y lleno de experiencias; gracias por su apoyo emocional y económico, por cada sabio y útil consejo, mil veces gracias por permitirme ser libre en mis decisiones siendo la más importante la de estudiar esta apasionante carrera. También a mi prima Ivonne por ser la guía al inicio de este camino. Los amo.

Estoy muy agradecido con la Casa de Estudios a la que siempre anhele pertenecer y que me brindó los medios necesarios para formarme como biólogo, la ilustrísima Universidad de Carabobo así como también a mi segundo hogar el Departamento de Biología de la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología.

Agradezco enormemente a los guías del último tramo del camino, mis tutores, MSc. Vincenzo Storaci y Dr. Rafael Fernández al aceptar apoyar y orientar este trabajo de investigación. A Vincenzo muchas gracias por estar siempre presto desde el inicio de mi carrera a defenderme de la química y de otras asignaturas relacionadas. Al profesor Rafael gracias por sus invaluable enseñanzas y por mantener en mi mente el significado de la disciplina.

Al cuerpo de profesores del Departamento de Biología, muy especialmente a Carlos Moreno, Mario Palacios, Domenico Pavone, Belkys Pérez, Luis Ramírez, Eucandis Fuentes, Jhonathan Liria y Carmen Rodríguez, de cada uno de ustedes conservo su aporte más valioso para con mi persona. También al personal técnico del Departamento de Biología quiénes tuvieron paciencia para soportarme durante las horas de laboratorio de docencia y de realización de esta tesis, especialmente, Liaska Cuamo, Sra Dorys, Luis Gaviria, Liliana Nieto, Joeli León y Jorge Escobar. Eternamente agradecido con ustedes

Además, a mis futuros colegas que colaboraron con esta investigación Emil Hurtado, Wendy Bolaños, Valeria Montilla y Fernando González, gracias por su valioso apoyo. Asimismo, agradezco a todos mis amigos tanto de Física como de Biología que hicieron este camino más ameno, enriquecedor y lleno de experiencias irrepetibles, Yanniris, Freddy, Osmaris, Luis, Miguel, Genesis, Yugreisi, Emil, Daniela, Dimas, Aura, Fernando, Isabel, Andrea, Alejandra, Sabrina, Paola, María Fernanda, Wendy, Pablo, Ramón, Wismer, Simón, Mariangelis, Oriana, Mariam, Manuel, Verónika, Disleydis, José Leonardo, Dorellys y Valeria.

Por último, expreso mi gratitud a Semitech C.A por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo, por blindarme con conocimientos técnicos y por su flexibilidad para continuar con mis actividades académicas, especialmente las relacionadas al desarrollo de esta investigación.

Índice general

Índice de tablas	iii
Índice de figuras	iv
Índice de anexos	viii
Resumen	xi
Abstract.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
JUSTIFICACIÓN.....	3
ANTECEDENTES	5
MARCO TEÓRICO	13
Bacterias indicadoras de contaminación fecal	13
Coliformes totales	15
Coliformes fecales	16
Definición de playa.....	16
Agua de mar.....	18
Arena de playa	20
Importancia para la salud pública	20
Microorganismos patógenos en playas	21
Zona costera venezolana.....	24
Playas del Estado Carabobo.....	25
Principales contaminantes de las playas	26
Calidad ambiental de las playas.....	27
Técnicas para la determinación de bacterias coliformes mediante el Número Más Probable	28
Normativa legal venezolana	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
Recolección de las muestras	30
Medición de parámetros fisicoquímicos de las muestras	31
Análisis bacteriológicos de las muestras	32
Análisis granulométrico de las arenas	32
Cuantificación de la materia orgánica de las arenas	33
Evaluación cualitativa de la calidad ambiental de las playas	33
Análisis estadístico de los datos	33
RESULTADOS Y DISCUSIONES	34
Análisis bacteriológico del agua en las playas “Quizandal” y “Huequito”	34
Análisis bacteriológico de las arenas en las playas “Quizandal y “Huequito”	38
Análisis de las variables fisicoquímicas en la Playa “Quizandal”	42
Análisis de las variables fisicoquímicas en la Playa “Huequito”	45
Caracterización granulométrica de las arenas en las playas “Quizandal” y “Huequito”	48

Cuantificación de la materia orgánica de las arenas en las playas “Quizandal” y “Huequito”	49
Análisis estadístico multivariado de las variables fisicoquímicas de las playas “Quizandal” y “Huequito”	50
Evaluación de la fiabilidad de las encuestas aplicadas a los bañistas en las playas “Quizandal” y “Huequito” mediante la prueba del alfa de Cronbach	52
Análisis de las encuestas aplicadas a los bañistas de las playas “Quizandal” y “Huequito”	54
Evaluación cualitativa de la calidad ambiental en las playas “Quizandal” y “Huequito”	82
CONCLUSIONES.....	88
REFERENCIAS	90
ANEXOS	96

Índice de tablas

Tabla I. Componentes inorgánicos en el agua de mar.	19
Tabla II. Principales microorganismos patógenos transmitidos por aguas recreativas.	22
Tabla III. Principales virus transmitidos por aguas recreativas.	22
Tabla IV. Género de hongos transmitidos por aguas recreativas.	23
Tabla V. Parásitos predominantes en la arena de la playa	23
Tabla VI. Coordenadas de las estaciones de muestreo en las playas “Quizandal” y “Huequito”.	31
Tabla VII. Comparación de la temperatura del agua en Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.	43
Tabla VIII. Comparación de la temperatura del aire en Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.	44
Tabla IX. Comparación de la temperatura de la arena en Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.	44
Tabla X. Comparación del pH del agua en Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.	45
Tabla XI. Comparación de la temperatura del agua en Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	46
Tabla XII. Comparación de la temperatura del arena en Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.	47
Tabla XIII. Comparación de la temperatura de la aire en Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.	47
Tabla XIV. Comparación del pH del agua en Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.	48
Tabla XV. Autovalores de las variables fisicoquímicas determinadas en las playas “Quizandal” y “huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.	53
Tabla XV. Valor del coeficiente α de Cronbach de las encuestas aplicadas en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.	54
Tabla XVII. Evaluación del plan de manejo en la Playa “Quizandal”.	84
Tabla XVIII. Evaluación del plan de manejo en la Playa “Huequito”.	87

Índice de figuras

Figura 1. Zonación de la playa en función de las condiciones ecológicas. Fuente: (Moreno y Warner, 2009).....	18
Figura 2. Zona costera del Estado Carabobo. Fuente: Imagen satelital tomada de Google Earth 2015©	26
Figura 3. Puntos de muestreo para la evaluación microbiológica de la arena y el agua en las playas turísticas. a) Playa “Quizandal”(Q1, Q2 y Q3). b) Playa “Huequito” (H1, H2 y H3). Fuente: Imagen satelital tomada de Google Earth 2015©	31
Figura 4. Comparación de la densidad promedio de (a) coliformes totales y (b) coliformes fecales en el agua de la Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	36
Figura 5. Comparación de la densidad promedio de (a) coliformes totales y (b) coliformes fecales en el agua de la Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	38
Figura 6. Comparación de la densidad promedio de (a) coliformes totales y (b) coliformes fecales en la arena de la Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	40
Figura 7. Comparación de la densidad promedio de (a) coliformes totales y (b) coliformes fecales en la arena de la Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	42
Figura 8. Distribución porcentual de los tamaños de partícula de arena en la (a) Playa “Quizandal” y en la (b) Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	49
Figura 9. Comparación del promedio porcentual de la materia orgánica contenida en la arena de (a) Playa “Quizandal” y (b) Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	50
Figura 10. Análisis de componentes principales de las variables fisicoquímicas en las playas “Quizandal” (regiones azul claro y amarillo durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente) y “Huequito” (regiones verde manzana y rojo durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente)	52
Figura 11. Biplot de los componentes principales de las variables fisicoquímicas determinadas en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	53
Figura 12. Diagrama de cajas y bigotes de la edad de los usuarios encuestados en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas (de izquierda a derecha: Playa “Quizandal” temporada alta, Playa “Quizandal” temporada baja, Playa “Huequito” temporada alta y Playa “Huequito” temporada baja).....	55

Figura 13. Distribución de los géneros de las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	56
Figura 14. Visitantes en la Playa “Quizandal” durante temporadas de (a) alta y (b) baja afluencia de bañistas. En la Playa “Huequito” durante temporadas de (c) alta y (d) baja afluencia de bañistas	56
Figura 15. Distribución de las ocupaciones de los usuarios encuestados en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	57
Figura 16. Distribución del porcentaje del estado civil de las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	58
Figura 17. Distribución porcentual del tipo de acompañantes de las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	59
Figura 18. Distribución porcentual del número de acompañantes de las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	60
Figura 19. Distribución porcentual de la primera visita de las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	61
Figura 20. Distribución porcentual del tiempo de permanencia de las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	62
Figura 21. Distribución porcentual del tipo de transporte empleado por las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	63
Figura 22. Distribución porcentual de la disposición de la basura en las playas (a) “Quizandal” y “Huequito” por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	65
Figura 23. Distribución porcentual de la apreciación del acceso a las playas “Quizandal” y “Huequito” por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	66
Figura 24. Distribución porcentual de la apreciación de servicios en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	67
Figura 25. Servicios ofrecidos en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas (de arriba a abajo y de izquierda a derecha) (a) Sanitarios (b) Quioscos comerciales (c) Sanitarios improvisados (d) Quioscos y toldos	67

Figura 26. Distribución porcentual de las personas que disfrutaban de la arena en las playas (a) “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	68
Figura 27. Turistas disfrutando de la arena en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito”	68
Figura 28. Distribución porcentual de la sensación de seguridad percibida por las personas encuestadas en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	69
Figura 29. Distribución porcentual de la apreciación de las personas encuestadas con respecto a la temperatura del agua en las playas (a) “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	70
Figura 30. Distribución porcentual de la apreciación de las personas encuestadas en cuanto a la limpieza de las playas (a) “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	71
Figura 31. Estado de la limpieza de la Playa “Quizandal” durante temporadas de (a) alta y (b) baja afluencia de bañistas y de la Playa “Huequito” durante temporadas de (c) alta y (d) baja afluencia de bañistas	71
Figura 32. Distribución porcentual de la percepción de olores desagradables en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	72
Figura 33. Posibles focos de malos olores en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas (de arriba abajo y de izquierda a derecha). (a) Basura y manchas de aceite y/o grasa en la arena. (b) Tanquilla de aguas negras agrietada. (c) Ave en estado de descomposición. (d) Pez en estado de descomposición	73
Figura 34. Distribución porcentual de la observación de mascotas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	74
Figura 35. Mascotas observadas en las playas. (a) Perro en la Playa “Quizandal” durante temporada de alta afluencia de bañistas. (b) Perro en la Playa “Quizandal” durante la temporada de baja afluencia de bañistas. (c) Perro muerto observado en la Playa “Huequito” durante temporada de alta afluencia de bañistas. (d) Perro en la Playa “Huequito” durante temporada de baja afluencia de bañistas	74
Figura 36. Distribución porcentual de la percepción de turbidez del agua por las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	75
Figura 37. Distribución porcentual de la observación de basura presente en el agua de las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	76

Figura 38. Distribución porcentual del tipo de basura observada en el agua de las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	77
Figura 39. Distribución porcentual del tipo de alimento vendidos en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	78
Figura 40. Distribución porcentual del tipo de alimentos consumidos en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	79
Figura 41. Distribución porcentual del tipo de fauna observada por las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	80
Figura 42. Distribución porcentual de vehículos acuáticos observados por las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	81
Figura 43. Distribución porcentual de los tipos de vehículos acuáticos observados por las personas encuestadas en las playas (a) “Quizandal” y (b) “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas	81
Figura 44. Registro fotográfico de los aspectos evaluados en el plan de manejo de la Playa “Quizandal”. (a) Caminerías y señalización. (b) Acumulación de basura. (c) Materia fecal. (d) Sanitarios. (e) Pastos marinos sobre la arena. (f) Estacionamientos. (g) Manchas de grasas y/o aceites en la arena. (h) Pañal en la arena. (i) Recolección de basura por el personal de mantenimiento	85
Figura 45. Registro fotográfico de los aspectos evaluados en el plan de manejo de la Playa “Huequito”. (a) Ave en avanzado estado de descomposición. (b) Envase de aceite lubricante. (c) Materia fecal de perros. (d) Quioscos en estado de deterioro. (e) Coral y restos de pasto marino sobre la arena. (f) Sanitarios improvisados. (g) Pez muerto. (h) Manchas de aceites y/o grasas en la arena. (i) Quioscos de venta de comida.	88

Índice de anexos

Anexo 1. Encuesta de percepción de los bañistas acerca de la calidad ambiental de las playas turísticas	97
Anexo 2. Evaluación de la calidad ambiental de las playas turísticas.	98
Anexo 3. Número Más Probable (NMP) y Límite de Confianza 95%, en pruebas con tubos de fermentación cuando son utilizados tres tubos con volúmenes de 0,1; 0,01; y 0,001 g ^a ..	99

Resumen

La calidad ambiental de las playas está enfocada principalmente en: valor escénico, calidad sanitaria de agua y arena, calidad de servicios e infraestructura y nivel de educación ambiental, para así garantizar el potencial desarrollo de actividades turísticas, recreacionales, pesqueras, económicas, conservacionistas y científicas. En cuanto a la calidad sanitaria de agua y arena, el grupo de bacterias coliformes totales y coliformes fecales representan un riesgo para salud pública y por tanto un deterioro de la calidad del ambiente costero. En tal sentido, se realizó la determinación fisicoquímica (pH, temperatura del agua, aire y arena, materia orgánica y tamaño de las partículas de arena) y microbiológica (densidad de coliformes totales y coliformes fecales presentes en el agua y la arena, mediante el método de APHA, 1998) de las playas “Quizandal” y “Huequito” durante las temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, así como la evaluación cualitativa de la calidad ambiental de las mismas en dichos períodos de tiempo, a través de encuestas aplicadas a los bañistas y la caracterización *in situ* del plan de manejo de cada playa. El tamaño más abundante de las partículas de arena en las playas fue de 0,125 mm de diámetro, el pH del agua fue levemente básico (7,4-7,9), la temperatura del aire osciló de 26-31°C, mientras que la temperatura del agua y de la arena estuvo entre 26-30°C y 28-35°C respectivamente en las dos temporadas estudiadas. En la temporada de alta afluencia en la playa “Quizandal” se encontró entre <3 a >1100 NMP/100mL tanto para coliformes totales como para coliformes fecales en el agua, <3 a 23 NMP/100g de coliformes totales y fecales en la arena y 1,20-16,97% el contenido de materia orgánica. Durante la temporada de baja afluencia los valores variaron entre <3 a >1100 NMP/100mL de coliformes totales y de <3 a 9 NMP/100mL de coliformes fecales en el agua, <3 a >1100 NMP/100g de coliformes totales y <3 a 23 NMP/100g de coliformes fecales en la arena, y 0,87-23,40% el contenido de materia orgánica de la arena. En la Playa “Huequito” en la temporada de alta afluencia, la densidad de coliformes totales y fecales en el agua oscilo entre <3 a 240 NMP/100mL de y <3 NMP/100mL respectivamente, mientras que para arena estuvieron de <3 a >1100 NMP/100g para coliformes totales y coliformes fecales, y 0,17-12,53% el contenido de materia orgánica de la arena. Durante la temporada de baja afluencia, los valores fluctuaron de <3 NMP/100mL de coliformes totales y coliformes fecales en el agua, <3 a >1100 NMP/100g de coliformes totales y <3 a 23 NMP/100g de coliformes fecales en la arena, y 0,30-7,20% el contenido de materia orgánica en la arena. Por otra parte, las playas presentan buena calidad ambiental de acuerdo a la opinión de la mayoría de los bañistas, no obstante, la evaluación del plan de manejo indicó que la calidad ambiental de la Playa “Quizandal” es regular mientras que la de Playa “Huequito” es deficiente. La contaminación microbiológica fue mayor en las playas estudiadas durante la temporada de alta afluencia de bañistas, superando los límites establecidos por la legislación venezolana.

Palabras clave: coliformes, contaminación, NMP.

Abstract

The environmental quality of the beaches is fundamentally focused on: the value of the scenery, sanitary quality both water and sand, quality services and infrastructure, and environmental education quality with the purpose to allow the development of some activities such as tourism, recreation, fishing, economics, conservation and science. In accordance to the sanitary quality of both water and sand, the groups total coliforms and faecal coliforms represent a risk for public health and instead a damage for the coastal environment. In the same way, the physiochemical evaluation was performed (pH, water, air and sand temperature, organic matter and size of the sand grain) and bacteriological (densities of total coliforms and faecal coliforms through APHA, 1998) “Quizandal” and “Huequito” beaches during the both high and low influx seasons of beach-goers. Also the qualitative evaluation of environmental quality was carried out through both quiz applied to the beach-goers and *in situ* characterization of the management plan of each one beach. The most abundant size grain of sand resulted of 0,125 mm in both beaches, the pH of water was lightly basic (7,4-7,9), air temperature 26-31°C, water temperature 26-30°C and sand temperature 28-35°C during both evaluated seasons. Moreover, at “Quizandal” beach during the high influx season of users both total coliforms and faecal coliforms resulted between <3 and >1100 MPN/100mL in the water, <3 and 23 MPN/100g of total coliforms and faecal coliforms in sand, and organic matter 1,20-16,97%. During the low influx season of users at “Quizandal” beach the bacteriological pollution resulted of <3 and >1100 MPN/100mL of total coliforms and <3 and 9 MPN/100mL of faecal coliforms in water, <3 and >1100MPN/100g of total coliforms and <3 and 23 MPN/100g of faecal coliforms in sand, and organic matter of sand 0,87-23,40%. In the other hand, at “Huequito” beach during the high influx season of users total coliforms resulted of <3 and 240 MPN/100mL and <3 and >1100 MPN/100mL faecal coliforms in water, while in sand beach was enumerated <3 and >1100 MPN/100g of total coliforms and <3 and 23 MPN/100g of faecal coliforms, and organic matter of sand 0,17-12,53%. In agree, at “Huequito” beach during the low influx season of users both total coliforms and faecal coliforms resulted of <3 MPN/100mL in water, <3 and >1100 MPN/100g of total coliforms and <3 and 23 MPN/100g of faecal coliforms in sand, and organic matter of the sand 0,30-7,20%. In consequence, the evaluated beaches have good environmental quality according with the opinion of the most of the beach-goers, however, the characterization of the management plan of the beaches indicated that “Quizandal” beach has a regular environmental quality while “Huequito” beach it’s bad. In the same manner, the highest bacteriological pollution was determined during the high influx season of beach-goers at both beaches and it overrated the limits established by the Venezuelan laws.

Key words: coliforms, MPN, pollution.

1. INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras constituyen una importante extensión del territorio nacional y se caracterizan por poseer variedad de paisajes y recursos escénicos naturales entre los que destacan las playas (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, 2013). Estas son especialmente atractivas tanto para turismo como recreación por venezolanos y extranjeros. Sin embargo, la densidad de visitantes altera su calidad ambiental debido a la acumulación de desechos sólidos, la presencia de mascotas, y el mal uso de estas áreas. Por otra parte, las descargas de las aguas residuales de locales que prestan servicios en las playas, la desembocadura de ríos contaminados, descargas de aguas sin tratamientos previos de industrias, actividades agrícolas y urbanismos, y residuos de embarcaciones son otros de los factores claves que inciden en la degradación de la calidad ambiental de las playas (Mejía, 2008).

La playa conforma un ecosistema marino discreto que contiene organismos productores, consumidores y descomponedores, con límites bien definidos por la misma playa y los sistemas circulatorios de la zona de rompientes (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2007). En este sentido, está definida como la franja de material no consolidado, como arenas o grava, que está presente en la interfase mar continente (Ceballos, 2003). Por consiguiente, la calidad ambiental de las playas turísticas se estudia comúnmente de acuerdo a varios factores, como el grado de seguridad física que se le brinde al usuario, a los riesgos que tienen el agua o la arena de la playa para la salud humana o su estética en términos de limpieza e higiene del espacio. Asimismo, la determinación de la calidad ambiental del recurso a través de variables biológicas y fisicoquímicas expresan el grado de diferencia actual de sus atributos y el estado ideal que definen los objetivos de manejo local y las expectativas del usuario (Botero *et al.*, 2013).

En particular, en la República Bolivariana de Venezuela se han llevado a cabo algunos estudios científicos enfocados en la calidad ambiental de estos espacios. Específicamente, en la Isla de Margarita se analizó microbiológica y fisicoquímicamente el agua, determinándose valores de medianas de <2 a 2 NMP/100ml de coliformes totales y coliformes fecales; concluyéndose que las aguas de la zona presentan contaminación fecal ocasional (Iriarte, 1999). Asimismo, en el Estado Sucre se analizaron muestras de agua de

cinco playas recreacionales realizando filtración por membrana e identificando cepas patógenas de *Escherichia coli* mediante Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), determinándose 77 cepas, 20 de ellas patógenas (Martínez *et al*, 2015b). En el mismo sentido, Rodríguez (2012) determinó *in situ* las características fisicoquímicas y microbiológicas en cinco playas del Estado Nueva Esparta, encontrando que el mayor valor de coliformes totales fue 5064,1 NMP/100mL, mientras que el coliformes fecales fue 2122,37 NMP/100mL, correspondientes a Punta de Piedras. Además, en el litoral de Tucacas Estado Falcón, se determinó la calidad microbiológica del agua en dos playas recreacionales, encontrándose valores máximos de 1600 NMP/100mL de coliformes totales, 900 NMP/100mL de coliformes fecales, y 47 NMP/100mL de enterococos fecales (Herrera y Suárez, 2005). En última instancia, la Ensenada de Playa Grande en el Estado Sucre fue caracterizada ambientalmente mediante la evaluación de variables fisicoquímicas y microbiológicas, evidenciándose que los valores de coliformes totales y coliformes fecales superaron 1000 NMP/100mL en algunos casos, reflejando el impacto de las descargas de aguas residuales en la zona (Martínez *et al.*, 2012a).

Las playas del Estado Carabobo se distribuyen entre los Municipios Juan José Mora y Puerto Cabello, siendo este último el que presenta más, con un total de seis, entre las que destacan “Playa Huequito” y “Playa Quizandal”, las cuales son muy conocidas e intensamente visitadas los fines de semana, días feriados y temporadas de vacaciones. Ambas playas poseen servicios y planes de manejo diferentes, encontrándose próximas a la desembocadura del río Borburata, el cual aporta aguas residuales domésticas y agrícolas sin tratamiento previo, aunada a la existencia de un importante tránsito de botes empleados para el traslado de turistas a islas cercanas y para actividades pesqueras. Dichas circunstancias favorecen la proliferación de microorganismos, especialmente las bacterias entéricas las cuales pueden estar presentes tanto en el agua como en la arena de la playa, por ello es de suma importancia determinar las densidades de estos grupos bacterianos en el agua y la arena de ambas playas. Además determinar si dichas densidades son afectadas por la afluencia de los bañistas y por factores abióticos.

Entre las enterobacterias se encuentran los coliformes que son microorganismos empleados como indicadores biológicos de contaminación fecal; estos son bacilos Gram negativos,

anaerobios facultativos, fermentadores de lactosa y no producen esporas. Entre estos se encuentran los coliformes totales, los cuales pueden crecer a 37°C y los coliformes fecales que son termotolerantes, que crecen a 44°C (Flores *et al.*, 2011). En estos grupos se encuentran diversos géneros que son de interés clínico ya que pueden ser capaces de generar infecciones oportunistas en el tracto respiratorio superior o inferior, bacteremia, infecciones de piel y tejidos blandos, enfermedad diarreica aguda (Arcos *et al.*, 2005), fiebre tifoidea, fiebre paratifoidea, gastroenteritis, disentería bacilar, otitis, entre otras (Silva, 2011). Por lo tanto, la densidad de estos microorganismos representa un riesgo para la salud de los temporadistas, de manera más importante en niños, niñas y personas de la tercera edad.

2. OBJETIVOS

a. Objetivo general

Caracterizar microbiológicamente la arena y el agua de las playas turísticas “Huequito” y “Quizandal” (Municipio Puerto Cabello, Edo. Carabobo) como herramienta indicadora de calidad ambiental.

b. Objetivos específicos

Determinar las bacterias coliformes totales y coliformes fecales presentes en arena y agua de las playas turísticas “Huequito” y “Quizandal”.

Determinar las características fisicoquímicas del agua y de la arena de las playas.

Analizar de manera cualitativa la calidad ambiental en las playas “Huequito” y “Quizandal”.

3. JUSTIFICACIÓN

El espacio acuático venezolano posee una extensión de 630.620 Km² aproximadamente, que se caracteriza por una gran diversidad de paisajes y recursos escénicos naturales, entre los que destaca el paisaje costero con 4.989 Km², que comprenden playas, islas, islotes, lagunas, bahías y marismas de gran valor escénico, que constituyen el principal atractivo turístico-recreacional del país, y que también sirven de sustento de todo un sistema económico nacional, regional y local de aprovechamiento sustentable de importantes

recursos hidrobiológicos y energéticos. Además dentro del mencionado espacio acuático existen áreas de importante valor ecológico y paisajístico como las lagunas costeras, los corales, las playas arenosas, las praderas de fanerógamas marinas, los manglares, los cabos, las ensenadas entre otros (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, 2013).

Sin embargo, playa “Quizandal” y playa “Huequito” se encuentran cercanas a la desembocadura de un río contaminado cuyos vertidos propician condiciones favorables para el desarrollo de microorganismos, particularmente los patógenos quienes ingresan vía materia fecal, así como también causan estragos a las comunidades marinas que allí habitan. A su vez los microorganismos coliformes pueden ser consumidos por moluscos y peces, donde se acumulan, los cuales se venden en los alrededores de las playas y son consumidos por los turistas, traduciéndose en un riesgo para la salud de la población visitante al producir enfermedades como fiebre tifoidea, paratifoidea, hepatitis y trastornos gastrointestinales, y por ende disminución de la actividad económica debido a la pesca artesanal. Además, la afluencia de visitantes, mascotas, la proliferación de variedad de desechos y los servicios que ofrecen las playas representan un riesgo para el valor escénico y la calidad ambiental de estos recursos naturales. La biodiversidad marino-costera también podría resultar afectada, aunque aún no existen trabajos científicos que lo demuestren.

Actualmente, son escasos los estudios relacionados a la calidad ambiental de las playas de Venezuela, en especial los microbiológicos. En tal sentido, este trabajo permitiría conocer las condiciones microbiológicas que poseen las playas a estudiar y demostrar si estas son aptas para el desarrollo de actividades turísticas. También serviría como base para realizar diversos estudios biológicos y ambientales a lo largo de la zona costera venezolana, los cuales son necesarios para obtener un vasto sustento de información validada científicamente que pueda ser aprovechada por instituciones gubernamentales, instituciones privadas, organizaciones no gubernamentales y poder popular organizado, para la toma de medidas de recuperación, protección, mantenimiento y uso sostenible de los recursos naturales costeros.

Por otra parte, la presente investigación serviría de base para futuros estudios enfocados en la genética y adaptaciones fisiológicas de las bacterias coliformes fecales en estos ambientes, lo que representaría un avance para la ciencia, y una potencialidad para la

biotecnología, al poder dilucidar la vulnerabilidad de dichas bacterias y así generar herramientas dirigidas a mejorar la calidad de las aguas marinas a través de la bioremediación. Desde otro punto de vista, el hallazgo de estas bacterias entéricas permitiría estudiar la resistencia a antibióticos con la finalidad de mejorar los fármacos existentes o producir nuevos, así como aislar los genes involucrados para ampliar la gama de aplicaciones biotecnológicas. Además, podría ser posible aislar los genes responsables de las adaptaciones moleculares y fisiológicas de las bacterias coliformes totales y coliformes fecales con la finalidad de transformar genéticamente a otros microorganismos que requieran ser empleados en sistemas con características similares a las del ambiente de origen.

En cuanto al aspecto ecológico este estudio podría promover futuras investigaciones enfocadas en las interacciones (predación y competencia) de las bacterias coliformes totales y coliformes fecales con microorganismos marinos, así como su interacción con anémonas, corales, algas, moluscos, peces, equinodermos entre otros; que permitirían estimar y establecer el impacto sobre la comunidad marina.

4. ANTECEDENTES

En la República Bolivariana de Venezuela son pocos los estudios con relevancia científica acerca de la calidad ambiental de las playas a pesar de las potencialidades que estas poseen; la mayoría han sido realizados por entes gubernamentales desconociéndose los métodos aplicados y los resultados obtenidos.

Según Castillo *et al.* (2004), las playas venezolanas, en su mayoría presentan serios problemas de contaminación sólida y líquida causada por temporadistas, embarcaciones y poblaciones cercanas, lo que afecta el aspecto de estas, amenazan la vida marina, y ponen en riesgo la salud de sus visitantes.

Uno de los estudios realizados en territorio nacional fue el de La Ensenada de Playa Grande en el Estado Sucre, la cual fue caracterizada ambientalmente realizando análisis bacteriológicos a muestras de aguas superficiales y sedimentos marinos mediante la técnica del Número Más Probable (NMP) y cuantificación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), establecidas por la American Public Health Association (APHA). Las variables

fisicoquímicas evaluadas fueron la temperatura, salinidad, pH, nitrógeno, fósforo, hidrocarburos, aceites y grasas. Se demostró que en algunos casos los coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) superaron los valores de 1000 NMP/100 mL, excediendo el límite establecido para aguas Tipo 4. Mientras que las condiciones fisicoquímicas de las aguas variaron durante todo el año, como consecuencia de las características hidrodinámicas de la región. Por lo tanto, la calidad de las aguas reflejó el impacto de las descargas de aguas superficiales residuales (Martínez *et al.*, 2012a).

En la Ensenada La Guardia, Estado Nueva Esparta se analizó microbiológica y fisicoquímicamente al agua de seis estaciones de muestreo, recolectándose en botellas de plástico Nalgene a una profundidad de 20-30 cm y a 3 m de la línea de marea baja aproximadamente. Los análisis microbiológicos se realizaron según (APHA, 1989) determinándose valores de medianas de <2 a 2 NMP/100ml de coliformes totales y fecales. En cuanto a los análisis fisicoquímicos se midieron la salinidad y temperatura a través de un refractómetro. Los valores de salinidad reportados oscilaron entre 37 y 38‰ mientras que los de temperatura variaron entre 26 y 29,5°C. Se concluyó que las aguas de la zona presentan contaminación fecal ocasional (Iriarte, 1999).

Asimismo, en el Estado Sucre se analizaron microbiológicamente muestras de agua de cinco playas recreacionales, cada muestra se tomó a una profundidad de 20 a 30 cm de profundidad y a 3 m de la orilla en sentido contracorriente y a primeras horas de la mañana en frascos estériles de 250mL. Se realizó filtración por membrana a las muestras y se identificaron 77 cepas de *Escherichia coli* mediante Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), de las cuales 20 de ellas resultaron patógenas (Martínez *et al.*, 2015b).

En el mismo sentido, Rodríguez (2012) determinó *in situ* las características fisicoquímicas y microbiológicas en cinco playas del Estado Nueva Esparta, estableciendo dos estaciones de muestreo para cada una; las muestras se recolectaron en envases estériles de 250mL a 1,5 m de profundidad. La enumeración de coliformes totales y coliformes fecales se llevó a cabo mediante la técnica Número Más Probable en caldo Fluorocult-Merck, determinándose que el mayor valor de coliformes totales resultó de 5064,1 NMP/100mL y 2122,37 NMP/100mL de coliformes fecales. Las variables fisicoquímicas se midieron *in situ* a través de una sonda multiparamétrica YSI modelo 600R, conectada a un lector-

captador de datos YSI 650 MDS; cuyos resultados fueron entre 27,8 y 30,5°C de temperatura, de 19,4 a 36,6 UPS de salinidad, el pH osciló entre 7,5 y 9,6, y el oxígeno disuelto entre 4,86 y 35300 mg/L.

Además, en el litoral de Tucacas Estado Falcón, se determinó la calidad microbiológica del agua en dos playas recreacionales encontrándose valores máximos de 1600 NMP/100mL de coliformes totales, 900 NMP/100mL de coliformes fecales, y 47 NMP/100mL de enterococos fecales (Herrera y Suárez, 2005).

En contraste, en otros países se ha evidenciado un marcado interés en la evaluación ambiental de las costas. Un caso puntual lo representa la caracterización físico-química y bacteriológica del agua de la zona costera de Huanchaco y Huanchaquito en Perú, que consistió en la evaluación de ocho estaciones de muestreo por un período de seis meses, enfocándose en los parámetros: temperatura, pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), cloruros, CT, CF y *Escherichia coli* basándose en los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales. Los valores promedio de los parámetros evaluados resultaron: temperatura 19,8 – 20,3°C; pH en el rango de 7,3 - 7,6; 8,00 – 9,23 mg/L de oxígeno disuelto; 6,67 – 8,83 mg/L de DBO₅; 223,3 – 245 mg/L de cloruros, 67 – 330 NMP/100 mL para CT, 22 – 407 NMP/100mL para CF y 10 – 233 NMP/100mL para *E. coli*; dichos valores presentaron conformidad con respecto a los establecidos por la legislación peruana (Trujillo y Guerrero, 2015).

En el mismo orden de ideas, en la región costera de Murcia en España se analizó los parámetros físicos, químicos y biológicos en aguas sub superficiales de 13 playas del litoral. Mediante una sonda multiparamétrica de calidad del agua se determinó la temperatura, salinidad, presión, turbidez, pH, oxígeno disuelto y fluorescencia para clorofila (a + feopigmentos), fosfatos, silicatos, nitritos, amonio y fitoplancton. Se detectó en varias ocasiones aguas limpias y altamente oxigenadas, sin embargo, se evidenció algunos focos de contaminación agrícola y urbana (López *et al.*, 2012).

Asimismo, se realizó una evaluación microbiológica a los sedimentos marinos de playas en la provincia de Comodoro Rivadía en Argentina; las muestras se analizaron por la técnica de recuento en placas empleando agar Violeta Rojo y Bilis suplementado con Glucosa

(VRBG) para CT y agar Violeta Rojo y Bilis (VRB) para CF. A partir de los recuentos bacterianos en los medios diferenciales se procedió a estriar de manera sucesiva en agar tripticosa soya (TSA) para la identificación de las bacterias y a través de diversos tratamientos para la obtención de ácidos grasos se determinaron como metil ésteres mediante cromatografía gaseosa, mientras que para el estudio de supervivencia se confeccionaron microcosmos con 100 g de muestras de sedimentos por triplicado. Por consiguiente, se identificó mediante la técnica de ácidos grasos géneros bacterianos *Aeromonas*, *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Ochrobactrum* y *Klebsiella*. En contraste, mediante los microcosmos se aislaron 129 cepas pertenecientes a 26 géneros bacterianos, representada por bacterias patógenas en su mayoría entre los 0 y 7 días. La carga bacteriana fue consecuencia de un efluente cloacal en las playas, representando un escenario desfavorable (Acuña *et al.*, 2011).

Además, se evaluó la contaminación de origen fecal tanto en temporada de lluvia como seca en el corredor costero Barra de Tonameca en México, para ello se ubicaron estaciones de muestreo cercanos a los asentamientos humanos y se recolectaron muestras de agua sub superficial marina, sedimentos y moluscos bivalvos de importancia comercial en la región. La cuantificación de bacterias CT y CF se llevó a cabo mediante la técnica NMP. Con respecto a los parámetros fisicoquímicos del agua marina se midió el pH, concentración de oxígeno disuelto, salinidad, temperatura y la transparencia. Otros datos abióticos como insolación y precipitación fueron obtenidos en la estación meteorológica de la zona. Las concentraciones máximas de CT y CF en aguas sub superficiales resultaron de 1500 NMP/100 mL a partir de la primera de dilución, correspondiente a la temporada de lluvia. En comparación, se cuantificó 1100 NMP/100 mL de CT y 75 NMP/100 mL de CF, ambas a partir de la primera dilución. En los moluscos bivalvos la concentración de CT y CF para la temporada de lluvia resultó de 11000 NMP/100 g correspondientes a la primera dilución. 4.10 De igual manera ocurrió en la temporada de sequía obteniéndose 11000 NMP/g a partir de la dilución 1:10 tanto para CT como CF. Al cuantificar las bacterias presentes en el sedimento marino se obtuvo concentraciones de 2400 NMP/100g dilución 1:10 de CT en temporada de lluvia, mientras que en sequía se obtuvo 430 NMP/100g dilución 1:10. En contraste, los CT resultaron de 1100 NMP/100 g dilución 1:10 en temporada de lluvia, y en sequía el valor resultó de 110 NMP/100 mL a partir de la primera dilución. En lo que

concierno a los factores abióticos, la precipitación y la insolación variaron altamente durante los meses de muestreos (Figueroa, 2007).

En el mismo sentido, se evaluó su calidad bacteriológica en las playas de Acapulco-México en los meses de julio, agosto y septiembre, estableciendo las estaciones de muestreo en aquellos lugares con mayor nivel de afluencia y actividades turísticas. A las muestras de agua marina se les cuantificó la concentración de CT mediante el empleo del kit Colilert® y para enterococos mediante el kit de análisis Enterolert®. También se estimó la cantidad de bacterias mediante NMP. Se obtuvo un máximo de CT de 40 NMP en el mes de julio, 1200 NMP en agosto y 2600 NMP en septiembre. Para CF se obtuvo valores máximos de 40 NMP en julio, 70 NMP en agosto, 2500 NMP en septiembre. En adición, el análisis de los enterococos determinó una cantidad máxima de organismos de 5 NMP en el mes de julio, 24 NMP en agosto, y 240 NMP en septiembre. Las concentraciones de bacterias determinadas fue consecuencia de las descargas de aguas residuales municipales tanto continuas como intermitentes ubicadas a lo largo de la bahía (Flores *et al.*, 2011).

También fue evaluada la contaminación de las playas en la bahía de Santa Marta-Colombia por bacterias CT y CF, estableciendo de manera sistemática 11 estaciones donde se recolectó agua superficial y a 20 m de profundidad del mar. Para cuantificar los grupos de bacterias se procedió con el método NMP. En el mes de agosto se cuantificó entre 3-230 NMP de CT para el nivel superficial, y 6-4600 NMP en la profundidad; mientras que los CF en el agua superficial oscilaron entre 3-230 NMP, y 3-4600 NMP en el nivel profundo. En septiembre los valores de CT en agua superficial y profunda variaron entre 2100-4600 NMP $\times 10^6$, y los CF en la superficie fueron de 230-240 $\times 10^3$ NMP, en fondo oscilaron entre 60-4600 NMP. Se demostró que la bahía de Santa Marta no presenta una contaminación crítica por agentes microbiológicos (Ramos *et al.*, 2008).

Adicionalmente, se recolectó muestras de agua en 7 puntos seleccionados en la bahía de Acapulco-México durante varios meses que incluían períodos de lluvia y sequía. Se determinó la presencia de enterococos a las muestras recolectadas mediante el método de sustrato cromogénico Enterolert. Mientras que para CT y CF se empleó el sustrato cromogénico Colilert. Con respecto a los análisis fisicoquímicos del agua marina estos se enfocaron en la determinación de pH, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, demanda

bioquímica de oxígeno, y nitratos. Se obtuvo que la mayor concentración de enterococos, CT y CF correspondía a la época de lluvias. Por lo tanto, las playas pertenecientes a la bahía de Acapulco predomina la contaminación microbiológica (Silva, 2011).

Por otra parte, Skórczewski *et al.* (2012), estimaron la densidad y distribución de microorganismos fecales en arena tanto húmeda como seca en una playa recreacional del Mar Báltico en Polonia. La arena seca fue colectada en recipientes estériles a 30 m de la orilla mientras que la arena húmeda se tomó de la línea de agua. Se realizaron aberturas en la arena de 30 cm de profundidad y 15 cm de diámetro; dividiéndose en secciones de 0-5 cm y 10-15 cm. se pesó 5,0 g de arena y se transfirió a 45 cm³ de buffer fosfato salino estéril (pH 7,2) y se agitó de manera manual vigorosamente por 1 minuto. Se dejó sedimentar durante 30 minutos, se diluyó el sobrenadante desde 10⁰ hasta 10². Se filtró cada dilución con filtros de membranas de 0,47 µm de diámetro de poros. Los filtros se colocaron en agares selectivos: Endo para determinar CT incubándose a 37°C por 48 horas; ECD MUG para cuantificación de CF incubándose a 44°C durante 48 horas, y Slanetz-Bartely para determinar estreptococos fecales luego de 48 horas a 44°C. Se determinó que los CT tuvieron un valor máximo de 9028 UFC/100cm³ en arena seca y 7671 UFC/100cm³ en arena húmeda, los CF cuantificados fueron de 511 UFC/100cm³ en arena húmeda y 2883 UFC/100cm³ en arena seca, y los estreptococos fecales resultaron de 2060 UFC/100cm³ en arena húmeda y 10384 UFC/100cm³ en arena seca. En el mismo sentido, las bacterias fecales presentaron mayor abundancia en la sección correspondiente a los 0-5 cm de profundidad, es decir, están asociadas a la arena superficial, superando de 2 a 4 veces la concentración de bacterias en la parte subsuperficial.

La determinación de la calidad ambiental de las playas se ha presentado como inquietud en diferentes regiones por lo que se han ideado diversas propuestas para tal fin. Hurtado *et al.* (2009), establecieron un conjunto de parámetros ambientales que consideran críticos para evaluar las playas turísticas. Para las playas sumergidas puede obtenerse información acerca del color, las espumas, residuos en fondo, oxígeno disuelto, CF y enterococos, sólidos flotantes y transparencia. Mientras que para las playas emergidas puede evaluarse las grasas y aceites, CF y enterococos. Se analizó el comportamiento de los visitantes en playas turísticas mediante el impacto generado en las playas estableciéndose dos

componentes: hidrosférico y litosférico. El componente hidrosférico estuvo comprendido por vertimientos de hidrocarburos, disminución de oxígeno disuelto, variación de pH, aumento de concentración de sólidos suspendidos, aumento de organismos patógenos, incremento de las grasas y aceites. Por otra parte, el componente litosférico estuvo constituido por aumento de la concentración de organismos patógenos, generación de residuos sólidos, incremento de la concentración de grasas y aceites en la arena.

Otra propuesta que permite asignar una excelente calidad ambiental a las playas basada en aspectos tanto cuantitativos como cualitativos la constituye el Programa Bandera Azul dirigido a playas, puertos y embarcaciones es desarrollada por una organización no gubernamental sin fines de lucro “Fundación para la Educación Ambiental” (FEE, por sus siglas en inglés “Foundation for Environmental Education”) el cual tiene como finalidad promover el desarrollo sostenible de las zonas litorales, mediante la demanda de altos estándares en la calidad de las aguas de baño, la seguridad, la gestión ambiental y la información, y educación para la sostenibilidad. Entre los criterios que considera el programa para que una playa sea galardonada como Playa Azul se mencionan: información accesible para el público acerca de los ecosistemas litorales, espacios naturales sensibles y especies protegidas en la zona costera, información actualizada acerca de la calidad de las aguas de baño (*E. coli* y enterococos fecales), exposición de las normas de uso de la playa, realizar actividades de información y educación ambiental, cumplir con requisitos y estándares de una calidad excelente de aguas de baño, ausencia de vertidos industriales, de aguas residuales, y de otro tipo de sustancias contaminantes o basuras, medidas de control de la buena salud ambiental de los arrecifes de coral próximos a la playa, cumplimiento por parte del municipio de los requisitos para el tratamiento y posterior vertido de las aguas residuales urbanas, las algas y restos de vegetación no deberían recogerse en la medida que su acumulación y podredumbre no resulten claramente molestas e insalubres, constitución de un Comité de Gestión de Playas, el municipio debe contener un plan de desarrollo y ordenación del territorio para su zona litoral, la playa debe estar limpia, correcto manejo de desechos sólidos, existencia de sanitarios adecuados y limpios sin vertidos incontrolados o ilegales de sus aguas residuales, prohibir el camping y estacionamiento de vehículos en la playa, prohibición-control de animales domésticos en la playa, buen mantenimiento y apariencia de los servicios de la playa, presencia de socorristas titulados y contratados,

equipos de primeros auxilios fácilmente identificables y accesibles en la playa, señalización-control de las actividades incompatibles con el baño, planes de emergencia locales y/o estatales para actuar frente a accidentes o desastres ecológicos, accesos fáciles y seguros, poseer rampas de acceso a la playa y sanitarios aptos para personas con discapacidades y un mapa de la playa (Fundación para la Educación Ambiental, 2014).

En Colombia se diseñó un índice para determinar la calidad ambiental de las playas a través de una expresión matemática que integra parámetros como calidad del ecosistema, calidad sanitaria y calidad recreacional. El estudio se llevó a cabo paralelamente en ocho playas turísticas de la costa caribeña de manera paralela en cuatro Departamentos de la nación. La estructura del modelo de calidad ambiental quedó enmarcada en tres indicadores: Indicador de la Calidad Sanitaria del Ambiente definida como la probabilidad de que la salud humana sea afectada por las condiciones ambientales de la playa, y cuyos parámetros a evaluar tanto en arena como en agua fueron hongos, desechos sólidos, enterococos, CT y CF; Indicador de la Calidad Ecológica del Ambiente entendida como la salud de la playa en términos de la capacidad para sostener los procesos vitales de los organismos marinos, se consideraron parámetros como ruido, presencia de hidrocarburos, sustancias tóxicas, transporte de sedimentos, cantidad de materia orgánica, abundancia de especies, diversidad de especies, oxígeno disuelto y ecosistemas circundantes; por último el Indicador de Calidad Recreacional del Ambiente que se definió como las condiciones de la playa que satisfacen la tranquilidad y necesidad de los bañistas, entre los parámetros se destacan el olor, los desechos sólidos en la arena, ruido, presencia de mascotas, grasas y aceites presentes en agua, seguridad y tranquilidad, urbanismos, paisaje de la costa y turbidez del agua. Por lo tanto, se obtuvo un índice de la evaluación de la calidad ambiental de las playas con un enfoque holístico totalmente nuevo y diferente a los enfoques convencionales de modelos previos. De igual manera, se logró consolidar un marco conceptual y metodológico para monitorear la calidad ambiental de las playas colombianas y a la vez sirvió para identificar oportunidades para mejorar de la calidad ambiental de las mismas (Botero *et al.*, 2014).

En cuanto a la acumulación de desechos sólidos en balnearios debido a la afluencia de visitantes Cingolani *et al.* (2015) emplearon una técnica para disminuir la basura

abandonada en las playas; la cual consistió en una petición directa a cada turista seguida de la acción demostrativa de juntar la basura dejada. El estudio se llevó a cabo en nueve playas comprendido en intervalos antes, durante y después de máxima afluencia de bañistas, obteniendo un total de 72 observaciones divididas en 10 fechas. Antes de la máxima afluencia de turistas se limpió la playa, durante la máxima afluencia se realizó a los visitantes el pedido personalizado seguido del ejemplo ($N=37$ y $N=35$ con intervención y sin intervención respectivamente). Al día siguiente se estimó la cantidad de basura abandonada que osciló entre 0.007 a 32.5g.visitante⁻¹.día⁻¹. En la mayoría de las playas no se encontró diferencias significativas evidenciándose que en las playas más pequeñas los visitantes dejaron menos basura. Se concluyó que los pedidos personalizados no disminuyó la cantidad de basura abandonada mediante análisis estadísticos, sin embargo las tendencias son positivas por lo que se requiere realizar más estudios.

Finalmente, Arellano y Espejel (2009), propusieron una metodología para evaluar las playas recreativas tomando en cuenta la calidad de las siguientes variables: acceso a la playa, estacionamientos, capacidad de carga, sanitarios, contenedores de desechos sólidos, salvavidas, personal de vigilancia, equipamiento deportivo y recreativo, alquiler de zonas para animales domésticos, comercio ambulante, vehículos motorizados, malecones, edificios sobre la playa, amenidades, información pública, forma de la playa, perfil morfodinámico, ancho de la playa, tamaño del grano, color de la arena, estado de la playa, ríos o arroyos, profundidad, temperatura del agua, turbidez, exposición al viento, oleaje, marea, algas, naturalidad, plagas, animales peligrosos, mareas rojas, olores, basura inorgánica y orgánica en el agua, residuos sólidos, heces, cúmulos de basura, descargas de aguas residuales, calidad de agua (enterococos) y ruido.

5. MARCO TEÓRICO

a. Bacterias indicadoras de contaminación fecal

Identificar los microorganismos presentes en el agua y su concentración aportan herramientas esenciales para determinar la calidad de la misma y para tomar decisiones en torno al control de vertidos, tratamiento de aguas y conservación de ecosistemas, con la finalidad de evitar la contaminación del ambiente y de las personas. Sin embargo, existen

dificultades para determinar la presencia de todos los microorganismos patógenos implicados en los procesos de contaminación ambiental. Entre estas dificultades se mencionan los costos elevados, tiempo, y laboratorios especializados. Para superar estas dificultades se ha surgido la necesidad de trabajar con determinados grupos indicadores (Arcos *et al.*, 2005).

Los microorganismos indicadores son aquellos que tienen un comportamiento similar al de los patógenos, concentración y reacción frente a factores ambientales, pero son más fáciles, rápidos y económicos de identificar. Una vez que se ha demostrado la presencia de grupos indicadores, se puede inferir que los patógenos se encuentran presentes en la misma concentración y que su comportamiento frente a diferentes factores como pH, temperatura, presencia de nutrientes, tiempo de retención hidráulica o sistemas de desinfección es similar a la del indicador (Arcos *et al.*, 2005).

Las características de un microorganismo indicador según Arcos *et al.* (2005) son:

- Ser un constituyente normal de la flora intestinal de individuos sanos.
- Estar presente, de forma exclusiva, en las heces de animales endotermos.
- Estar presentes cuando los microorganismos patógenos intestinales lo están.
- Estar presentes en un número elevado de manera que faciliten su aislamiento e identificación.
- Debe ser incapaz de reproducirse fuera del intestino de los animales endotermos.
- Su tiempo de supervivencia debe ser igual o un poco superior al de las bacterias patógenas, su resistencia a los factores ambientales debe ser igual o superior al de los patógenos de origen fecal.
- Debe ser fácil de aislar y de cuantificar.
- No debe ser patógeno.

En el mismo orden de ideas, las bacterias que se encuentran frecuentemente en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y/o animales y son eliminadas a través de la materia fecal. Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por lo tanto su capacidad de

reproducirse o sobrevivir son limitadas. Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha usado el grupo de las bacterias coliformes como indicadores, ya que su detección es rápida y sencilla (Arcos *et al.*, 2005).

En general, las bacterias fecales pueden ser apropiadas indicadoras de contaminación fecal en regiones tropicales donde al menos algunos suministros provengan de aguas residuales no tratadas o mínimamente tratadas. En particular, los enterococos pueden ser un efectivo indicador marino de enfermedades gastrointestinales asociadas a la natación en ambientes tropicales, especialmente aquellos impactados por aguas residuales (Condé *et al.*, 2015).

No obstante, existen varios factores tanto bióticos como abióticos que pueden causar la descomposición de las bacterias fecales en la naturaleza. Entre los principales factores abióticos se encuentra la variación de temperatura, inactivación por luz solar, disponibilidad de fuentes de carbono, fluctuaciones de pH, y estrés osmótico debido a los cambios de salinidad en el medio. Los factores bióticos incluyen predación por protozoos, infección por fagos y bacterias antagonistas (Zhang *et al.*, 2015).

b. Coliformes totales

Son bacterias con morfología de bacilos Gram negativos, no esporulan, son aerobias y anaerobias facultativas, son capaces de fermentar lactosa produciendo gas a las 48 horas de incubación a una temperatura de 35 a 37°C. Otros aspectos morfológicos de interés, es que poseen un tamaño de 0,5 µm por 3 µm, pueden ser móviles y formar cadenas de bacilos. El grupo está formado por los géneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* (Páez, 2009).

Las bacterias coliformes totales son microorganismos empleados como indicadores biológicos de contaminación fecal. El estudio de estas bacterias confiere algunas ventajas tales como: sus niveles bajos son buenos indicadores de presencia de microorganismos con capacidad patogénica, la evaluación es sencilla y directa, su concentración en las aguas son más altas que la de patógenos fecales, no se multiplican fuera del tracto intestinal de organismos endotermos, y su presencia en ambientes acuáticos indica contaminación de origen fecal (Cortés, 2003). Además, pueden permanecer en el agua por mayor tiempo en comparación a las bacterias patógenas (Páez, 2009).

c. Coliformes fecales

Son un grupo de coliformes totales capaces de fermentar lactosa a 44.5°C, por tanto, son termotolerantes en comparación al resto de los coliformes totales (Páez, 2009). Las bacterias coliformes totales y *E. coli* en particular, se han seleccionado como indicadores de contaminación fecal debido a su relación con el grupo tifoide-paratifoide y a su alta concentración en diferentes tipos de muestras. Aproximadamente el 95% del grupo coliformes presentes en heces fecales están representados por *E. coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Por consiguiente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal (Páez, 2009).

Además, la capacidad de reproducción de este grupo fuera del intestino de los animales homeotermos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, entre otras (Arcos *et al.*, 2005).

d. Definición de playa

Es una unidad morfológica definida como la franja de material no consolidado, como arenas o grava, que está presente en la interfase mar continente. El material está compuesto por fragmentos de arena de grano fino a medio, cuya composición y color varían según el origen de los sedimentos (Ceballos, 2003). También puede definirse como la acumulación arena, grava o canto rodado, la cual está ubicada entre la línea de máximo alcance del oleaje en temporal y pleamar viva, y una profundidad correspondiente a la zona donde deja de producirse un movimiento activo de sedimentos debido a la acción del oleaje (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2007).

Es una estructura geomorfológica dinámica y cambiante ya que no posee la misma forma y extensión durante todo el año. En determinados momentos, su perfil representa un equilibrio dinámico entre el transporte de sedimentos hacia el mar (erosión), hacia la tierra (sedimentación) y hacia las costas (corrientes de deriva). Estos movimientos ocurren en períodos que van de horas (tormentas) a semanas, meses o estaciones del año. En la época de verano se vuelve más ancha y con pendiente más leve en comparación a la estación de invierno, es decir, predomina la erosión durante las tormentas y la sedimentación en temporadas de calma (Moreno y Warner, 2009).

Desde el punto de vista socio-económico son los ecosistemas más apreciados por el hombre para vacacionar y con mayor potencial turístico y económico para la sociedad (Moreno y Warner, 2009).

Desde el punto de vista ecológico, la playa conforma un ecosistema marino discreto que contiene productores primarios, consumidores y descomponedores, con límites bien definidos por la misma playa y los sistemas circulatorios de la zona de rompientes. Por lo tanto, el ecosistema playa está controlado por el oleaje que remueve y transporta la arena, acumula el fitoplancton, bombea el agua y materia orgánica en el sistema intersticial y mueve a los organismos asociados a ella (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2007).

En la Figura 1 se describen las partes de la playa en función de las condiciones ecológicas según Moreno y Warner (2009), las cuales son:

- a) **Zona sumergida:** abarca desde el punto en el cual las olas interactúan por primera vez con el fondo marino y comienzan a romperse. Por tanto, es un ambiente totalmente marino, que se encuentra siempre cubierto de agua.
- b) **Zona de rompimiento:** como el nombre lo indica, abarca desde el punto donde rompe la ola hasta la zona intermareal tierra adentro. Esta puede contener barras, zurcos, y canales corrientes. Es una zona muy dinámica, de importante movimiento de sedimentos y siempre se encuentra cubierta de agua.
- c) **Zona de playa:** es aquella que se ubica entre el nivel más bajo y más alto de la marea (incluye los niveles debido a tormentas). Está sujeta a períodos de desecación superficial. Esta zona puede subdividirse en dos más:
 - i. **Playa superior:** donde ocurre una desecación superficial más intensa y se encuentra la mayor parte de la vegetación de la playa.
 - ii. **Playa baja:** es el lugar donde se da la acumulación de restos de algas y pastos marinos arrojados por el mar, algunas veces pueden germinar y establecerse especies anuales. Las aves costeras la utilizan como sitios de alimentación. Por otra parte, es una de las zonas turísticas de uso turístico más intenso (Moreno y Warner, 2009).

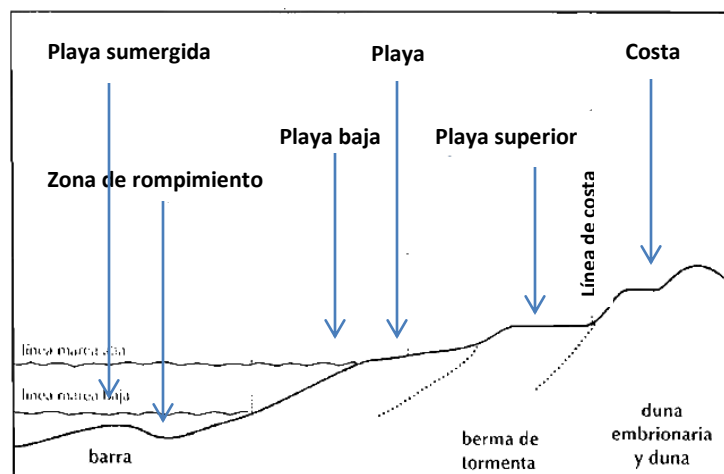


Figura 1. Zonación de la playa en función de las condiciones ecológicas. Fuente: (Moreno y Warner, 2009).

e. Agua de mar

Es el tipo de agua que posee dos propiedades físicas fundamentales, la temperatura y la salinidad, las cuales determinan su densidad. Debido a esto existe una circulación vertical por las capas de agua de menor densidad que se posicionan sobre las de mayor densidad (temperatura baja) ocasionando una inestabilidad gravitacional al intercambiar sus posiciones (Sociedad Educacional de Desarrollo Marítimo Ltda, 2015).

Con respecto a la temperatura, este parámetro puede variar entre -2°C en las aguas polares y 42°C en las aguas someras costeras. La temperatura de la superficie del océano depende de la cantidad de radiación que reciba y de que fracción ésta refleje. Por lo tanto, la penetración de la luz solar es poca reduciéndose a los primeros metros (aproximadamente 15 m en algunas aguas costeras y 200 m en aguas oceánicas claras). Sin embargo, el mar pierde calor por conducción debido a que la superficie oceánica es más caliente que el aire (Sociedad Educacional de Desarrollo Marítimo Ltda, 2015).

Otra variable física de importancia es la radiación solar, cuando la luz se propaga en un medio acuoso, su intensidad decrece exponencialmente, en un fenómeno de atenuación que tiene dos causas fundamentales: la absorción y la dispersión. Cuando ocurre la absorción la energía luminosa se convierte en otro tipo de energía, generalmente calor o energía química. La absorción es producida por organismos fotosintéticos como las algas, materia

orgánica e inorgánica particulada en suspensión, compuestos orgánicos disueltos y el agua en sí. Asimismo, la dispersión es el resultado de la colisión del haz de luz con las partículas en suspensión, generando múltiples reflexiones (Sociedad Educacional de Desarrollo Marítimo Ltda, 2015).

Por otra parte, el mar está compuesto por agua pura en un 96,4%, y de minerales disueltos 3,6%. Por consiguiente, la salinidad es la propiedad química de mayor relevancia, esta se entiende como la concentración de sales disueltas en el agua oceánica. El valor medio puede expresarse como 3,5% en peso, aunque generalmente se expresa en partes por mil. La sal más abundante es el cloruro sódico aunque existen grandes cantidades de otros iones que se presentan en concentraciones menores pero considerables. Las proporciones relativas de estos iones permanecen constantes, aunque existen casos en que esto no se cumplen tales como: a) zonas profundas o de poca circulación en la que las condiciones pueden llegar a ser anóxicas, y en las que la acción bacteriana extrae del agua los iones sulfato para usarlo en lugar de oxígeno; b) zonas de aguas cálidas y someras caracterizadas por una intensa precipitación química o biológica del carbonato de calcio, disminuyendo su presencia en disolución. En la Tabla I se exponen los componentes inorgánicos del agua de mar (Sociedad Educacional de Desarrollo Marítimo Ltda, 2015).

Tabla I. Componentes inorgánicos en el agua de mar.

Componentes	Símbolos químicos	Proporciones (%)
Ion cloruro	Cl^-	55,04
Ion Sodio	Na^+	30,61
Ion sulfato	SO_4^{-2}	7,68
Ion Magnesio	Mg^{+2}	3,69
Ion Calcio	Ca^{+2}	1,16
Ion Potasio	K^+	1,16
Ion Ácido carbónico	HCO_3^-	0,41
Ion Bromuro	Br^-	0,19
Ácido bórico	H_3BO_3	0,07
Ion Estroncio	Sr^{+2}	0,04

Fuente: (Sociedad Educacional de Desarrollo Marítimo Ltda, 2015).

f. Arena de playa

Es un sedimento que se forma por la erosión de las rocas consolidadas. Las playas pueden presentar diferencias importantes en cuanto a las características de la arena; su naturaleza física y química depende en gran parte de la composición de las rocas que la originaron. Principalmente está formada de granos aislados de minerales tales como el cuarzo, el carbonato de calcio y minerales menores de materiales calcáreos producidos por organismos marinos tales como conchas. Poseen niveles muy bajos de nitrógeno y de otros nutrientes (Moreno y Warner, 2009).

En cuanto a la ecología la arena de playa impacta positivamente la calidad biológica del agua vía diversos procesos físicos que pueden remover las bacterias fecales del agua, incluyendo adsorción, coladura y absorción (Zhang *et al.*, 2015).

g. Importancia para la salud pública

Las playas de arena son las más frecuentadas por los bañistas. La arena puede actuar como reservorios y vectores de infecciones ya que los microorganismos son un componente importante de dicho sustrato. Se ha demostrado que la contaminación microbiológica es mayor en la arena que en las aguas adyacentes, ya que la arena actúa como un puerto pasivo para la contaminación cumulativa. En adición, el movimiento del agua causa erosión, transporte y deposición de todos los sedimentos de la playa así como la redistribución de microorganismos (Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2015). Además, la exposición a microorganismos patógenos puede incluir vías tales como el contacto con la piel, contacto con ojos y oídos, inhalación e ingestión (Solo-Gabriele *et al.*, 2015).

Asimismo, en las playas de Sao Paulo, Brasil se evidenció durante la época de verano el aumento de enfermedades en aquellas personas que estaban en contacto con arena y agua, así como también una significativa correlación entre los niveles de enterococos y *E. coli* con Enfermedades Gastrointestinales (NEEAR-GI Illness) referidas por la Evaluación Epidemiológica y Ambiental de Aguas Recreacionales Nacionales (NEEAR, por sus siglas en inglés) de la Agencia Ambiental de Estados (EPA-US, por sus siglas en inglés). Estas enfermedades gastrointestinales presentan síntomas como: diarrea (tres o más evacuaciones en un período de 24 horas), vómitos o náuseas con dolores estomacales. El 8.5% de un total

de 6843 familias evaluadas en dichas playas reportaron NEEAR-GI Ilness (NGI). Para todos los participantes del estudio las edades variaron: 131 por 100 fueron niños (≤ 10 años) y 51.5 por mil fueron adolescentes (≥ 11 años) (Condé *et al.*, 2015).

En cuanto al grupo de bacterias CT y CF, estos son de interés clínico ya que pueden ser capaces de generar infecciones oportunistas en el tracto respiratorio superior o inferior, bacteremia, infecciones de piel y tejidos blandos, enfermedad diarreica aguda y otras enfermedades severas en el ser humano (Arcos *et al.*, 2005). Particularmente, en aguas recreativas los indicadores de contaminación fecal y sus cantidades han sido correlacionados mediante estudios epidemiológicos, con la probabilidad de contraer enfermedad gastrointestinal mediante actividades de natación según (Sheridan, 2015). Las infecciones tales como gastroenteritis padecidas por los usuarios de las playas recreacionales especialmente en los meses de verano están normalmente asociadas a la contaminación del agua. En USA los últimos estudios epidemiológicos han encontrado una correlación positiva entre el tiempo de permanencia en las playas y la incidencia de gastroenteritis (Velonakis *et al.*, 2014).

h. Microorganismos patógenos en playas

Entre los microorganismos que afectan la calidad de las aguas costeras se encuentran bacterias, virus y parásitos de origen alóctono, principalmente provenientes de aguas servidas, bacterias propias del medio marino, que pueden estar asociadas con infecciones en el humano tales como, gastroenteritis, infecciones en heridas y otitis (González *et al.*, 2003). La base ambiental para la transmisión de dichos microorganismos patógenos depende de la concentración de patógenos excretados, así como de la relación con las propiedades de supervivencia ambiental: latencia, persistencia y multiplicación de dichos patógenos, todas estas relacionadas a su vez con la dosis infectiva (González *et al.*, 2003).

La transmisión de microorganismos patógenos está muy vinculada a la alteración, dramática o irreversible de los ecosistemas costeros naturales. La contaminación del mar y de las aguas interiores debe fundamentalmente, al rápido crecimiento de la población costera, a la expansión de las áreas recreativas, al desarrollo de la actividad industrial en la zona costera, entre otras (González *et al.*, 2003). La Tabla II resume los microorganismos patógenos más importantes transmitidos por aguas recreativas.

Tabla II. Principales microorganismos patógenos transmitidos por aguas recreativas.

Organismo	Transmisión	Infección
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Contacto con el agua	Infección en heridas
<i>Citrobacter</i> sp.		Infección en heridas
<i>Leptospira icterohemorrhagiae</i>		Leptospirosis
<i>Mycobacterium marinum</i>		Otitis externa
<i>Mycobacterium balnei</i>		Otitis externa
<i>Pseudomonas</i> sp.		Otitis externa
<i>Staphylococcus aureus</i>		Infección en heridas
<i>Vibrio</i> sp.		Otitis externa
<i>Campylobacter jejuni</i>	Ingestión	Gastroenteritis
<i>Escherichia coli</i>		Gastroenteritis
<i>Salmonella typhi</i>		Fiebre tifoidea
<i>Salmonella</i> sp.		Gastroenteritis
<i>Shigella dysenteriae</i>		Disentería bacilar
<i>Shigella</i> sp.		Gastroenteritis
<i>Vibrio cholerae</i>		Gastroenteritis
<i>Vibrio</i> sp.		Gastroenteritis
<i>Naegleria</i> sp.	Contacto con el agua	Meningoencefalitis
<i>Entamoeba histolytica</i>	Ingestión	Amebiasis
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Ingestión	Criptosporidiosis

Fuente: (González *et al.*, 2003).

Los virus de interés epidemiológico presentes en aguas recreacionales se describen en la Tabla III.

Tabla III. Principales virus transmitidos por aguas recreativas.

Virus	Transmisión	Infección
Adenovirus	Contacto con el agua	Faringitis, infección ocular
Adenovirus	Ingestión	Enteritis
Coxsackievirus y echovirus		Meningitis, miocarditis
Hepatitis A y virus E		Hepatitis
Norwalk virus		Enteritis
Poliovirus		Poliomelitis
Rotavirus		Enteritis
Calicivirus y astrovirus		Enteritis

Fuente: (González *et al.*, 2003).

Los géneros más relevantes de hongos infecciosos aislados de playas se mencionan en la Tabla IV.

Tabla IV. Géneros de hongos aislados de la arena de playas.

Hongos	Transmisión	Infección
<i>Trichosporon</i> spp	Contacto con la arena	Dermatitis
<i>Candida</i> spp		
<i>Trichophyton</i> spp		
<i>Microsporum</i> spp		
<i>Epidermophyton</i> spp		
<i>Rhodotorula</i> spp		
<i>Penicillium</i> spp		
<i>Aspergillus</i> spp		

Fuente: (Velonakis *et al.*, 2014)

Finalmente, los parásitos de mayor prevalencia en estos ambientes costeros se resumen en la Tabla V.

Tabla V. Parásitos predominantes en arena de playas.

Parásitos	Transmisión	Infección
<i>Toxocara</i> spp	Contacto con la arena	Inflamaciones en la piel
<i>Ancylostoma</i> spp		
<i>Nocardioidea</i>		
<i>Tunga penetrans</i>		

Fuente: (Velonakis *et al.*, 2014)

Las bacterias, hongos, parásitos y virus han sido aislados de la arena de la playa. Aunque a través del contacto con la arena, se puede adquirir una serie de géneros y especies de agentes patógenos potenciales, no existe actualmente evidencia epidemiológica que apoye la transmisión por esta ruta (Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2015). Entre los microorganismos más abundantes en la arena de playa se mencionan:

- a) **Estafilococos:** los recuentos han sido mayores en la arena. Esto se atribuye a la actividad humana ya que su ocurrencia ha sido correlacionada con el número de nadadores en la playa y los recuentos de *S. aureus* que a su vez tienen relación con la presencia de levaduras de origen humano. Las especies *S. epidermis* y *S. aureus*

han sido las más abundantes tanto en agua como arena de playa (Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2015).

- b) ***Pseudomonas aeruginosa***: se ha aislado esta especie bacteriana tanto de agua como de arena de playa, resultando más numerosas en muestras de arena (Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2015).
- c) **Bacterias entéricas**: las bacterias causantes de gastroenteritis han sido aisladas de muestras de arena. Se ha aislado *Clostridium perfringens* de playas arenosas teniendo recuentos similares a microorganismos patógenos. Por otra parte, *Campilobacter jejuni* ha sido identificada en mayor proporción en muestras de arena de playa. También se han aislado especies de *Shigella* (Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2015).
- d) **Hongos**: los dermatofitos han sido encontrados en importantes cantidades en muestras de arena, la mayoría asociados a restos de materia orgánica. Los dermatofitos más comunes han sido *Trichophyton mentagrophytes*, *T. rubrum* y *Microsporum nanum*. En algunas playas se han identificado especies saprofitas como *Aspergillus candidus*, *A. ochraceus* y *A. fumigatus*. También algunas levaduras como *Candida albicans* y otras especies de hongos patógenos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Cladosporium* (Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2015).
- e) **Parásitos**: hay poca información acerca de la presencia de parásitos en arena. Ciertos estudios han identificado a la especie *Toxocara canis* así como huevos y larvas de otros parásitos (Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2015).

i. Zona costera venezolana

Más de 500.000 Km² del territorio nacional está conformado por el espacio acuático, el cual incluye el Mar Territorial, la Zona Contigua y la proyección de la Zona Económica Exclusiva. El espacio acuático concentra el eje costero con 6.068 Km de costas, del cual forman parte las playas (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, 2013).

Las costas venezolanas se encuentran distribuidas en dos fachadas bien definidas y de características diferentes, la fachada Caribeña de 2.647 Km que se extiende desde Punta de

Castilletes en la frontera con Colombia hasta Punta Peñas en Paria, en el extremo oriental del país; y la fachada Atlántica de 1.417 Km entre punta Peñas y Punta de Playa, además de los 770 Km de costa del Lago de Maracaibo (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, 2013).

Además, las zonas costeras integran parcialmente 14 Estados, 91 Municipios, 270 parroquias, el Territorio Insular Francisco de Miranda y totalmente las 311 Dependencias Federales. Además, en este espacio se encuentran 22 ciudades con más de 30.000 habitantes (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, 2013).

j. Playas del Estado Carabobo

Específicamente, el Estado Carabobo posee dos paisajes costeros; uno al Este donde la costa es abrupta y las playas son más angostas. En contraste, la parte occidental que va desde Puerto Cabello hasta la depresión del Yaracuy las tierras planas se extienden hasta el mar generando amplias playas (Instituto Nacional de Estadísticas, 2014).

Por lo tanto, las playas del Estado Carabobo se distribuyen entre los Municipios Puerto Cabello y Juan José Mora. Con respecto al Municipio Puerto Cabello este concentra la mayoría de las playas del estado entre las que se mencionan: Balneario Rincón del Pirata, Balneario Quizandal, Playa Blanca, Playa Huequito, Playa Quizandal y Playa Marinero. Mientras que el Municipio Juan José Mora contiene la Playa Palma Sola, Playa Boca de Yaracuy y Balneario Las Mayas. En la Figura 2 se observa la zona costera del Estado Carabobo.



Figura 2. Zona costera del Estado Carabobo. Fuente: Imagen satelital tomada de Google Earth 2015©.

k. Principales contaminantes de las playas

La contaminación de los ambientes acuáticos, en especial las playas, es ocasionada directa o indirectamente por acciones antrópicas que causan efectos nocivos para la propia salud humana, daños a otros organismos, afectación de actividades pesqueras y deterioro de la calidad del agua (Silva, 2011).

Entre el 70 y 75% de la contaminación marina global es producto de las actividades humanas que tienen lugar en la superficie terrestre. El 90% de los contaminantes son transportados por los ríos al mar. En cuanto a las fuentes de contaminación microbiológica pueden mencionarse: los asentamientos humanos construidos en los alrededores de las playas que descargan altos niveles de aguas residuales sin tratamiento previo, las instalaciones turísticas precarias también contaminan las aguas marinas, ríos o efluentes provenientes de poblaciones y que transportan altas concentraciones de aguas negras. Con respecto a los contaminantes químicos las principales fuentes son industrias petroquímicas, vertidos de embarcaciones, arrastre de fertilizantes por ríos y/o escorrentías; y aguas domésticas. Otros focos de contaminación son los depósitos atmosféricos de contaminantes transferidos por la masa de aire sobre la superficie del océano (Silva, 2011).

La contaminación microbiológica es debida a la presencia de virus, bacterias, hongos, nematodos, protozoarios, entre otros. Estos organismos pueden causar diversas patologías

en humanos que van desde trastornos intestinales, afectación de los órganos sensoriales, degradación de la piel, enfermedades respiratorias y hasta la muerte (Silva, 2011).

l. Calidad ambiental de las playas

La calidad de los recursos naturales y la salud de los ecosistemas son factores claves que permiten describir la calidad ambiental de las playas, por lo que esta se puede asociar por su aptitud para prestar servicios ambientales, como la recreación, la protección contra eventos naturales y la conservación del medio natural (Botero *et al.*, 2013).

Por consiguiente, la calidad ambiental de las playas turísticas ha sido normalmente estudiada de acuerdo a varios factores disímiles entre sí, como el grado de seguridad física que se le brinde al usuario, a los riesgos que tienen el agua o la arena de la playa para la salud humana o su estática en términos de limpieza e higiene del espacio. Por otra parte, la determinación de la calidad ambiental del recurso a través de variables biológicas y fisicoquímicas expresan el grado de diferencia actual de sus atributos y el estado ideal que definen los objetivos de manejo local y las expectativas del usuario (Botero *et al.*, 2013).

Además, uno de los recursos naturales de mayor prevalencia en esta unidad morfológica es el agua de mar. Por lo tanto, la calidad del agua para uso recreativo en centros turísticos es un factor fundamental 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 agua (Silva, 2011).

Por otra parte, la calidad del ambiente acuático estará determinada por el conjunto de concentraciones, especiaciones y particiones físicas tanto de sustancias inorgánicas como orgánicas; además de la composición y estado de la biota acuática en el ambiente (Silva, 2011).

m. Técnica para la determinación de bacterias coliformes mediante el Número Más Probable

Esta técnica se fundamenta en la capacidad de este grupo bacteriano para fermentar lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas, utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. La determinación consiste en dos etapas, la etapa presuntiva y la etapa confirmativa (Departamento de Química UNAM, 2003).

Durante la etapa presuntiva el medio de cultivo a emplear es el caldo lauril sulfato de sodio, el cual permite recuperar las bacterias dañadas que estén presentes en las muestras y que sean capaces de catabolizar a la lactosa como fuente de carbono. En la fase confirmativa el medio de cultivo que se utiliza es el caldo lactosado bilis verde brillante el cual es selectivo y sólo permite el crecimiento de bacterias que puedan tolerar tanto las sales biliares como el verde brillante (Departamento de Química UNAM, 2003).

Con respecto a la determinación de bacterias CF mediante el NMP se realiza a partir de los tubos positivos de la prueba presuntiva y se basa en la capacidad de las bacterias para fermentar la lactosa y producir gas cuando son incubadas a una temperatura de $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ durante un período de 24 a 48 horas (Departamento de Química UNAM, 2003).

n. Normativa legal venezolana

La República Bolivariana de Venezuela ha establecido un marco legal tanto para la protección del ambiente como de sus ciudadanos a través de leyes y decretos, especialmente en lo inherente a zonas costeras y aguas recreacionales, entre los que se distinguen:

- a) **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Capítulo IX de los derechos ambientales – Artículo 129:** establece que todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y socio cultural (Gaceta Oficial N° 36.860, 1999).
- b) **Ley Orgánica del Ambiente:** tiene por objeto establecer las disposiciones y desarrollar los principios rectores para la gestión del ambiente en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad del Estado y al logro del máximo bienestar de la población y el sostenimiento del planeta en interés de la humanidad. De igual forma establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado (Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.833, 2006).

- c) **Ley de Aguas:** tiene por objeto establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas como elemento indispensable para la vida de bienestar humano y el desarrollo sustentable del país y es de carácter estratégico e interés de Estado (Gaceta Oficial N° 38.595, 2007).
- d) **Ley Penal del Ambiente:** tiene por objeto tipificar como delito los hechos atentatorios contra los recursos naturales y el ambiente e imponer las sanciones penales. Asimismo, determinar las medidas precautelativas de restitución y de reparación a que haya lugar y las disposiciones de carácter procesal derivadas de la especificidad de los asuntos ambientales (Gaceta Oficial N° 39.913, 2012).
- e) **Decreto N° 883:** creado por el Estado venezolano para la protección de las cuencas hidrográficas, la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y el control de los vertidos o efluentes líquidos susceptibles de degradar el medio acuático y alterar los niveles de calidad exigibles para preservar y mejorar el ambiente (Gaceta Oficial Extraordinaria: 5.021, 1995).
- f) **Decreto N° 1.468:** Decreto Ley que tiene por objeto establecer las disposiciones que regirán la administración, uso y manejo de las Zonas Costeras, a objeto de su conservación y aprovechamiento sustentable, como parte integrante del espacio geográfico venezolano (Gaceta Oficial N° 37.319, 2001).
- g) **Decreto N° 9.044:** decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica de Turismo la cual tiene por objeto desarrollar, promover, organizar y regular la actividad turística, y el Sistema Turístico Nacional, como factores estratégicos para el desarrollo socioproductivo y sustentable del país, haciendo especial énfasis en el Turismo como un sector de inclusión social, mediante la creación de normas que garanticen la orientación, fomento, desarrollo, coordinación y control de la actividad, y estableciendo mecanismos orientados a la participación y protagonismo de las comunidades organizadas en las instancias del Poder Popular y demás formas de participación; logrando así una actividad turística basada en los principios de justicia social, equidad, no discriminación, solidaridad, protección del ambiente y productividad (Gaceta Oficial N° 6.079, 2012).

6. Materiales y métodos

a. Recolección de las muestras

Las muestras de agua y de arena se recolectaron en 6 muestreos (3 en períodos de alta afluencia de bañistas y 3 en períodos de baja afluencias de bañistas) durante los meses de febrero a mayo del 2016 en la Playa “Huequito” (H10°28’34.0”N 67°57’52.0”W) y en la Playa “Quizandal” (10°28’57.1”N 67°58’24.8”W) siguiendo lo realizado por Flores *et al.* (2011). Las playas están ubicadas en la parte noroccidental del Municipio Puerto Cabello Estado Carabobo, en la Figura 3 se aprecia la geografía de estos espacios costeros. Para cada playa se establecieron tres estaciones de muestreo según la distribución de los bañistas en las mismas. Estas estaciones fueron designadas como H1, H2 y H3 en la Playa “Huequito” mientras que en la Playa “Quizandal” se denominaron Q1, Q2 y Q3, cuyas coordenadas se detallan en la Tabla VII. Las muestras de agua se recolectaron en envases de vidrio estériles de 450mL de capacidad, a una profundidad aproximada de 1m, sumergiéndolos 30 cm debajo de la superficie y en dirección contracorriente (Ministerio de Salud del Perú, 2011). En cuanto a la arena, se recolectó 100g del sustrato superficial en envases estériles de vidrio a 5m de distancia de la línea de marea baja.

Tabla VI. Coordenadas de las estaciones de muestreo en las playas “Quizandal” y “Huequito”.

Estaciones de muestreo	Coordenadas UMT
Q1	10°28'55.45"N 67°58'14.66"O
Q2	10°28'57.92"N 67°58'21.77"O
Q3	10°29'0.85"N 67°58'24.23"O
H1	10°28'41.54"N 67°58'1.60"O
H2	10°28'43.10"N 67°58'3.89"O
H3	10°28'47.86"N 67°58'8.54"O

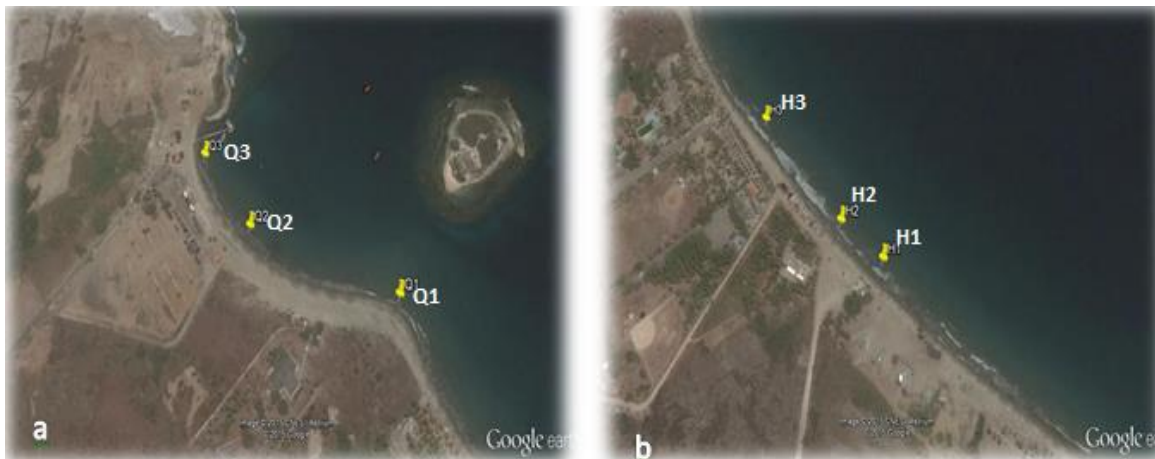


Figura 3. Puntos de muestreos para la evaluación microbiológica de arena y agua en las playas turísticas. a). Playa "Quizandal" (Q1, Q2 y Q3) y b). Playa "Huequito" (H1, H2 y H3). Fuente: Imagen satelital tomada de Google Earth 2015©.

b. Medición de parámetros fisicoquímicos de las muestras

En cada estación de muestreo se usó un pHmetro portátil modelo Oakton Waterproof con apreciación $\pm 0,01$ con el cual se midió *in situ* la temperatura y el pH del agua subsuperficial de mar tal como lo realizaron Martínez *et al.* (2012a). La temperatura de la arena superficial húmeda y del ambiente se midieron empleando un termómetro de mercurio de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ de resolución.

c. Análisis bacteriológico de las muestras

La abundancia de las bacterias CT y CF en las muestras se determinó mediante la técnica de fermentación de tubos múltiples del NMP establecido por la Asociación Americana de Salud Pública (APHA, 1998). Para la prueba presuntiva de las muestras del agua subsuperficial de mar se realizaron tres diluciones seriadas en agua destilada estéril a partir de 1,0 mL ó 1,0 g de muestra en 9,0 mL de agua destilada estéril agitando vigorosamente de manera manual (Skórczewski *et al.*, 2012). Se inoculó 1,0 mL de las diluciones

respectivas por triplicado de las muestras en tubos que contenían 9,0 mL de caldo lauril triptosa sulfato incubándose a 37°C por 48 horas. Aquellos tubos que al final del tiempo de incubación presentaron formación de gas y efervescencia se consideraron presuntivos, por lo que se procedió a confirmar la presencia de CT en caldo bilis verde brillante y se incubaron durante 48 horas a 37°C; los tubos que presentaron formación de gas y efervescencia al culminar el período de incubación se consideraron positivos para la confirmación de CT. Finalmente, se midió 0,1 mL de los tubos presuntivos y se inoculó en caldo *Escherichia coli* (EC) para la prueba de CF. Se incubaron a 44°C por 48 horas. Los tubos en los que se evidenció la presencia de gas y burbujas al final del proceso de incubación se consideraron positivos para el crecimiento de CF. Los resultados obtenidos se compararon con la tabla de probabilidades establecida por el método (Anexo 3) y se contrastaron con la normativa legal venezolana vigente.

d. Análisis granulométrico de las arenas

El material se secó en una estufa a 60°C durante 24 horas. Una vez seco se pasó por un tamiz de 10 mm de diámetro de poros. Posteriormente se pesó 100 g del sustrato y se depositó en la criba superior de una serie de tamices de diámetros de poros de 2 a 0,062 mm con vibración durante 15 min. Transcurrido el tiempo se pesó el remanente de material de cada tamiz para determinar el tipo de grano de acuerdo a la escala Udden-Wentworth (Wentworth, 1922).

e. Cuantificación de la materia orgánica de las arenas

La materia orgánica presente en las muestras se cuantificó mediante el método de ignición. Se pesó 30 g del material seco de cada estación de muestreo en un crisol y fue sometido a 500°C durante 24 horas. Cumplido ese período se pesó la muestra para determinar la cantidad de materia orgánica incinerada mediante la diferencia de pesos (Davies, 1974).

f. Evaluación cualitativa de la calidad ambiental de las playas

Esta evaluación se realizó de dos maneras. La primera mediante una encuesta que recogió información de sexo, edad, posición socio-económica, y respuestas con respecto a la percepción que tuvieron los bañistas en torno a las condiciones ambientales y de servicio de cada playa evaluada (Anexo 1). Adicionalmente a las encuestas se le aplicó la prueba denominada alfa de Cronbach para determinar la fiabilidad de las mismas. La segunda, se registraron *in situ* las características del plan de manejo que se lleva a cabo en cada playa considerando variables como calidad de agua del mar, calidad de las arenas, calidad de la infraestructura, calidad de la seguridad y servicios, y calidad de la educación ambiental (Anexo 2); a cada atributo positivo determinado procedió a asignársele una puntuación de uno (1) mientras que en el caso contrario se asignó cero (0). Una vez asignado el puntaje se realizó una sumatoria y se contrastó con la escala que consistió de tres rangos: manejo deficiente (0-9 ptos), manejo regular (10-19 ptos) y manejo eficiente (20-29 ptos). La escala se obtuvo de la sumatoria de los criterios positivos contemplados en la planilla de evaluación del plan de manejo, y se dividió entre tres para establecer los rangos que se consideraron relevantes para el estudio.

g. Análisis estadístico de los datos

Mediante un análisis de componentes principales de los datos fisicoquímicos se determinaron las variables que presentaron mayor correlación entre sí y que brindaron información con respecto a la contaminación bacteriana de los puntos muestreados, para ello se empleó el software Past versión 3.14 (Hammer y Harper, 2001). Por otra parte, se aplicó estadística descriptiva a los datos bacteriológicos, fisicoquímicos, granulometría del sustrato, materia orgánica de la arena y a la evaluación de las encuestas aplicadas. El alpha de Cronbach aplicado a las encuestas después de registrar la data *in situ* se determinó mediante el software IBM® SPSS® Statistics Version 20 (IBM Analytics, 2011).

7. Resultados y discusiones

a. Análisis bacteriológico del agua en las playas “Quizandal” y “Huequito”.

La densidad promedio de coliformes totales en la Playa “Quizandal” fue mayor durante la temporada de alta afluencia de bañistas en todas las estaciones muestreadas. La estación Q1 presentó una contaminación más aguda en ambas temporadas, cuya población de coliformes totales alcanzó un promedio de 381 y de 367 NMP/100mL durante temporada alta y baja, respectivamente. La estación Q2 estuvo menos contaminada bacteriológicamente, determinándose en temporada alta un promedio de 22 NMP/100mL de coliformes totales mientras que en temporada baja resultó de 8 NMP/100mL de coliformes totales. La segunda estación en magnitud de contaminación bacteriana fue Q3 donde se cuantificó en temporada alta un promedio de coliformes totales de 374 NMP/100mL mientras que en temporada baja se obtuvo 8 NMP/100mL (Figura 4a). En cuanto a la contaminación por bacterias coliformes fecales, solamente las estaciones Q1 y Q3 presentaron este grupo de microorganismos, siendo mayor la densidad promedio en temporada de alta afluencia de bañistas. Particularmente, la estación Q1 presentó en temporada alta una densidad promedio de 367 NMP/100mL de coliformes fecales mientras que en temporada baja resultó de <3 NMP/100mL. De manera contraria, la estación Q2 presentó un promedio de <3 NMP/mL de coliformes fecales tanto en temporada alta como en temporada baja de bañistas. En la estación Q3 se obtuvo una concentración promedio de 370 NMP/mL de coliformes fecales en temporada alta, y 3 NMP/mL de coliformes fecales durante temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 4b). En tal sentido, la estación Q1 ubicada en el extremo este de la playa, se encuentra alejada de los puntos donde se concentran los bañistas, sin embargo este particular de alejamiento la afecta negativamente debido a que no se realizan las jornadas de limpieza por parte de la organización competente; es así que basura de cualquier índole se acumula debido a las inadecuada disposición por parte de los visitantes y a las mareas. Entre los desechos se destacan: plásticos, papeles, vidrio, manchas de aceite de motor para embarcaciones, latas, pañales, toallas sanitarias, troncos, entre otros; la acumulación de estos desechos podría haber favorecido el crecimiento de coliformes totales y de coliformes fecales en dicha estación. En lo referente a la estación Q2, se caracterizó por ubicarse en el centro de la playa, donde

existen varios quioscos dedicados a la venta de comidas y bebidas, por ello es donde se congregaron gran número de bañistas, aunque esta estación se mantuvo limpia, y no se observaron drenajes deficientes o tuberías deterioradas provenientes de los quioscos. La estación Q3 ubicada en el extremo oeste de la playa, se caracterizó por estar cercana al muelle donde existió un considerable tráfico de embarcaciones además de estar al frente de las duchas y sanitarios de la playa, la estación se observó aseada aunque se apreció una especie de tanquilla séptica averiada y con fluido de aguas negras. Por otra parte, las fuentes de contaminación mencionadas antes, posiblemente hayan sido dispersadas por todo el cuerpo de agua por las corrientes marinas pudiendo alcanzar a la zona acuática de la estación Q2. Cabe destacar también, que la alta afluencia de bañistas pudo haber contribuido a la contaminación bacteriana de dos maneras: la primera, el uso recurrente de sanitarios ocasionó más flujo de aguas negras y por tanto los drenajes averiados las arrojaron al agua, la segunda, al haber sobrepasado el número de sanitarios ofrecidos en la playa es probable que los bañistas hayan acudido a satisfacer sus necesidades fisiológicas a zonas más alejadas u ocultas tales como el muelle y los islotes cercanos. En la Ensenada de Playa Grande Estado Sucre, (Martínez *et al.*, 2012a) obtuvieron un promedio de 3369 NMP/100mL de coliformes totales y 2028 NMP/100mL de coliformes fecales cuyo origen fue explicado debido a las precipitaciones de la zona, a los vertidos aguas no tratadas y a la suspensión de los sedimentos marinos debido al oleaje. En temporada de sequía, Figueroa (2007) encontró que la densidad de bacterias coliformes fecales en aguas subsuperficiales del corredor costero de Oaxaca, México fue de 75 NMP/100mL y fue atribuida a los aportes de material orgánico antropogénico por la población local y a la afluencia de turistas. Por el contrario, la contaminación bacteriológica en la Playa “Quizandal” resultó menor al compararla con los resultados obtenidos por Iriarte (1999) en la Ensenada de la Guardia en la Isla de Margarita cuyos valores oscilaron entre 300 y >1600 NMP/100mL de coliformes totales, mientras que los coliformes fecales variaron entre 7 y 900 NMP/mL y fueron atribuidos al flujo de los pozos sépticos por el nivel freático, siendo estos valores más altos a los reportados en la playa carabobeña. En cuanto a la legislación venezolana mediante el Decreto N° 883 (Gaceta Oficial Extraordinaria: 5.021, 1995) establece que para este tipo de aguas, los coliformes totales deben tener un promedio mensual menor a 70 NMP/100mL y 0 NMP/100mL para coliformes fecales. Por lo tanto, la densidad de

coliformes totales y coliformes fecales durante la temporada de alta y baja afluencia de bañistas en las aguas de la Playa “Quizandal” no cumplen con la norma establecida.

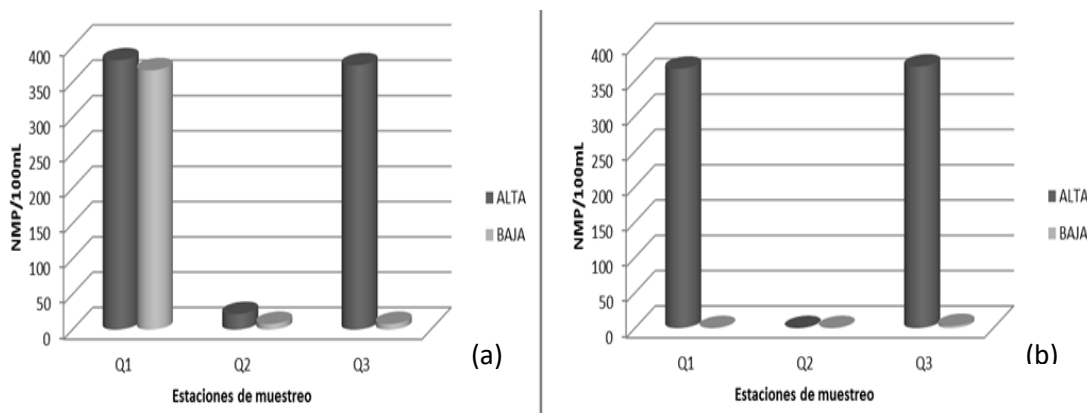


Figura 4. Comparación de la densidad promedio de coliformes totales (a) y coliformes fecales (b) en el agua de la Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Con respecto a la Playa “Huequito” la densidad de coliformes totales fue más abundante sólo durante la temporada de alta afluencia de bañistas en las estaciones H2 y H3. La estación H1 se encontró libre de contaminación por coliformes totales en ambas temporadas, es decir, <3 NMP/100mL. En la estación H2 se cuantificó una densidad promedio de 70 y <3 NMP/100mL de coliformes totales en temporada alta y baja, respectivamente. De igual manera, en la estación H3 se determinó en ambas temporadas una densidad promedio de 80 y <3 NMP/100mL de coliformes totales (Figura 5a). La estación H1 se caracterizó por estar ubicada en el extremo oriental de la playa y ser una zona fronteriza con Playa “La Rosa” (administración privada), los bañistas se conglomeraron en menor proporción y no hubo presencia de locales como quioscos o sanitarios. La estación H2 ubicada en la parte central de la playa fue la que mayor número de bañistas albergó, aquí también se concentraron los quioscos, sanitarios y algunas casas en muchos casos en considerable estado de deterioro. La estación H3 ubicada en el extremo occidental y límite con Playa “Quizandal”, fue una zona alejada y con escasos bañistas, observándose acumulación de basura y de animales muertos, debido a la falta de mantenimiento y al arrastre por las olas del mar. Por otra parte, la contaminación por coliformes fecales durante las temporadas de alta y baja afluencia de bañistas en todas las estaciones de muestreo fue nula con un valor de <3 NMP/100mL (Figura 5b). Los bajos

niveles de contaminación bacteriana en la playa pueden obedecer a mínimos aportes de materia fecal humana, sin embargo, la presencia de aves silvestres y de mascotas también pudieron ocasionar un leve incremento de la contaminación por sus excretas. En el mismo orden de ideas, no se observó la presencia de cañerías deterioradas y drenajes deficientes, por lo cual es posible que la playa cuente con pozos sépticos adecuados. En este sentido, se encontró mayor contaminación fecal en dos playas recreacionales al sur de Corea del Sur, durante la estación de verano, determinándose una densidad de coliformes totales promedio de 1084,33 y 858,67 NMP/100mL, debido a las vertidos de aguas urbanas provenientes de la ciudad de Gyeonpo y a la cantidad de visitantes (Kim *et al.*, 2013). Mientras que en el Mar del Plata, Argentina el aumento de la carga bacteriana se evidenció en la temporada de verano, especialmente los fines de semana y en horas tope (3:00 pm), posiblemente asociado al número de turistas en la ciudad; también se evidenció que las playas más contaminadas estaban influenciadas por una o más fuentes de vertidos naturales y artificiales, mientras que los contajes más bajos se obtuvieron entre los días martes y jueves, vinculado al descenso en el número de bañistas. En aquellas zonas que no presentaron aportes contaminantes conocidos el promedio de coliformes fecales resultó de 31,11 NMP/100mL y en aquellas afectadas por efluentes cloacales la densidad promedio fue de 8083,09 NMP/100mL (Pérez *et al.*, 2006). Además, en la zona costera del Estado Nueva Esparta la densidad promedio de coliformes totales osciló entre 0 NMP/100mL y 5064,2 NMP/100mL a la vez que el promedio de coliformes fecales fue 0 NMP/100mL probablemente motivado al fuerte oleaje que genera mayor arrastre de aguas y sedimentos marinos (Rodríguez, 2012), dichos valores superaron a los determinados en la playa del litoral carabobense. En el mismo sentido, en una playa de Tucacas, Estado Falcón la densidad de coliformes osciló entre 47 y 1600 NMP/100mL mientras que la concentración de coliformes fecales varió entre 2 y 900 NMP/100mL determinadas después de un asueto de semana santa (Suárez y Herrera, 2005). Por lo tanto, durante la temporada de alta afluencia de bañistas los coliformes totales en el agua superaron el límite establecido (<70 NMP/100ml) por el Decreto N° 883 (Gaceta Oficial Extraordinaria: 5.021, 1995).

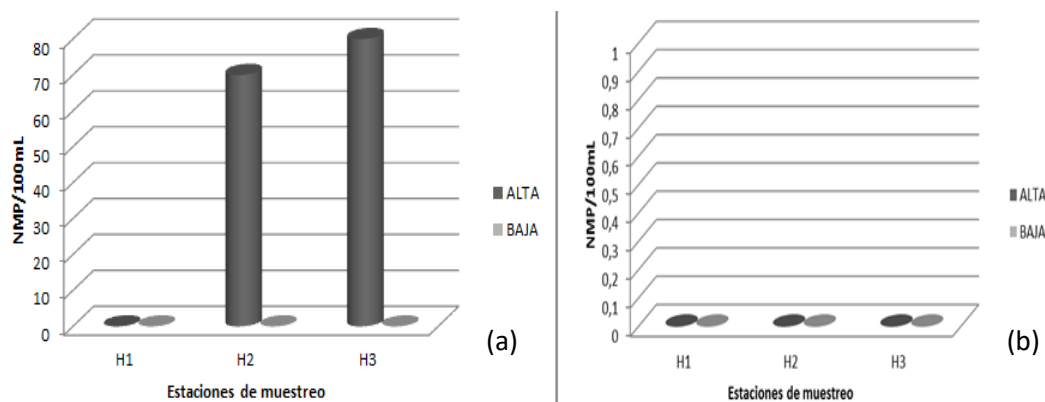


Figura 5. Comparación de la densidad promedio de coliformes totales (a) y coliformes fecales (b) en el agua de la Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

b. Análisis bacteriológico de la arena en las playas “Quizandal” y “Huequito”.

La contaminación por coliformes totales en la arena resultó más elevada durante la temporada de baja afluencia de bañistas en todas las estaciones de muestreo. En la estación Q1 se cuantificó una densidad promedio de 5 y 8 NMP/100g durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente. En la estación Q2 la contaminación bacteriológica tuvo un promedio de 12 y 156 NMP/100g de coliformes totales durante ambas temporadas de estudio. Mientras que en la estación Q3 los valores promedio de coliformes totales resultaron de 12 y 377 NMP/100g durante las temporadas evaluadas (Figura 6a). En lo concerniente a los coliformes fecales, la estación Q1 estuvo libre de este grupo bacteriano (<3 NMP/100g) en ambas temporadas. En contraste, las estaciones Q2 y Q3 que presentaron una densidad promedio de 8 NMP/100g de coliformes fecales durante las temporadas de alta y baja afluencia de bañistas (Figura 6b). La elevada concentración de coliformes totales determinada durante la temporada de baja afluencia de turistas pudo verse favorecida por la escasa radiación solar, a la acumulación de desechos sólidos arrojados por los pocos bañistas y arrastrados por las corrientes marinas aunado a la poca actividad de limpieza de la zona y la presencia de heces de animales domésticos. Asimismo, lo turbulento del oleaje pudo resuspender las bacterias asociadas al sedimento marino y depositarlas en el material arenoso el cual actúa como reservorio de contaminación bacteriana. Los coliformes fecales se encontraron en la misma proporción en ambas temporadas afectados probablemente por la presencia de heces fecales de mascotas

en la arena, mientras que la poca densidad pudo obedecer a la presencia de sustancias químicas en la arena, competencia y depredación por microorganismos, y escases de materia orgánica. Se ha determinado que la insolación afecta de manera negativa el crecimiento de los coliformes totales y coliformes fecales (Figueroa, 2007), por lo que al verse disminuido este factor abiótico, la capacidad de supervivencia y multiplicación de las bacterias resultó favorecida. Asimismo, se demostró que las excretas de las aves en las arenas en dos playas de Canadá fueron las más prominentes fuentes de contaminación fecal (Edge *et al.*, 2007), las olas que cubren y agitan la superficie de la arena en la playa transportan bacterias de origen fecal (Olanczuk-Neyman y Jankowska, 2001). En contraste, la ausencia o disminución de la contaminación fecal pudo deberse a la diversidad de bacterias autóctonas, bacteriófagos, virus, protozoos depredadores y por factores ambientales adversos. La concentración promedio de coliformes totales resultó de 3741,47 NMP/100g, mientras que la contaminación fecal por *E. coli* fue de 131,10 NMP/100g en la arena de la playa Gyengonpo, Corea del Sur (Kim *et al.*, 2013). La contaminación fecal resultó mayor durante los meses de verano cuyos valores oscilaron entre 1000 y 10000 NMP/100g de *E. coli* mientras que en los meses invernales no superó los 100 NMP/100g de *E. coli* (Olanczuk-Neyman y Jankowska, 2001). La densidad de bacterias de origen fecal fluctuó entre <3 y 2400 NMP/100g de *E. coli*, por lo cual dicha la variación en el número de bacterias en las estaciones de muestreo fue considerable y de distribución irregular, debido al mecanismo de translocación por factores ambientales como el viento y las lluvias, y/o factores biológicos como el movimiento de las aves y el tránsito de las personas por la playa (Ortiz y Galicia, 2013).

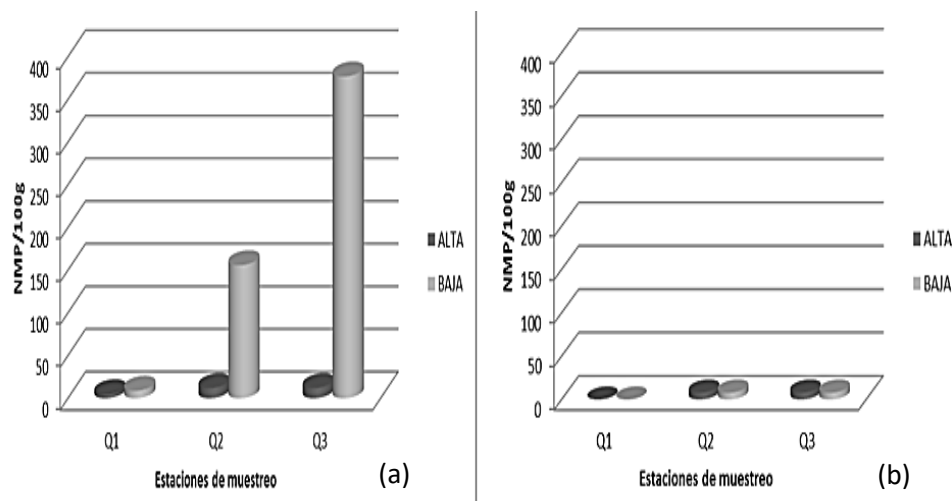


Figura 6. Comparación de la densidad promedio de coliformes totales (a) y coliformes fecales (b) de la arena de la Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

La arena de la Playa “Huequito” presentó mayor contaminación por bacterias coliformes totales durante la temporada de alta afluencia de bañistas en la estación H1; las estaciones H2 y H3 estuvieron más contaminadas durante la temporada de baja afluencia de bañistas. La densidad promedio resultó de 367 y 368 NMP/100g de coliformes totales en la estación H1 durante las temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente. La estación H2 fue la que menor contaminación bacteriana tuvo con un promedio de 8 y 14 NMP/100g de coliformes totales durante ambas temporadas de muestreo. Los coliformes totales en la estación H3 presentaron una densidad promedio de 31 y 8 NMP/100g en el transcurso de las temporadas evaluadas (Figura 7a). Con respecto a los coliformes fecales, su abundancia fue mayor en la estación H1 durante la temporada de alta afluencia de bañistas, con un promedio de 367 NMP/100g mientras que la temporada de baja afluencia de bañistas la densidad promedio resultó de <3 NMP/100g. En la estación H2 la contaminación fue inexistente (<3 NMP/100g) durante la temporada alta de afluencia de bañistas, evidenciándose una proliferación durante la temporada baja de afluencia de bañistas con un promedio de 8 NMP/100g. La densidad promedio de coliformes fecales en la estación H3 resultó nula (<3 NMP/100g) durante ambas temporadas de estudio (Figura 7b). Los factores que pudieron influir en el aumento de la contaminación bacteriana durante la temporada de alta afluencia de turistas en la arena se mencionan: acumulación de desechos sólidos, presencia de mascotas, número de personas en la playa, vertido de aguas

negras, temperaturas elevadas del aire, agua y arena. Mientras que en temporada de baja afluencia de bañistas, los factores favorables para la contaminación del grupo coliformes pudieron ser la inexistencia de limpieza y consecuente acumulación de desechos sólidos de diversa índole, de algas, pastos marinos y peces muertos; así como también excretas de mascotas y aves de rapiña; además, uno de los muestreos se realizó un día lunes, por lo que pudo quedar restos de contaminación bacteriana debido a la alta afluencia de bañistas el día anterior y a una precipitación horas antes de realizar los muestreos. Además, en las adyacencias de esta playa se encuentra un pequeño lago de aguas negras la cual pudo alcanzar la zona marina e influir en la contaminación bacteriana determinada. El viento puede ser un agente dispersante de partículas de arena de 1 mm de tamaño; asimismo la humedad de dichas partículas influye en la viabilidad de los microorganismos (Velonakis *et al*, 2014); por ello pudo haber una dispersión de la contaminación bacteriana en ambas temporadas. Sin embargo, en el presente estudio se observó una distribución desigual de la contaminación fecal, tal como lo planteó Solo-Grabielle (2015), quien sostiene que la heterogeneidad en este sustrato puede obedecer al limitado transporte y mezcla de los microbios, una vez que la arena ha sido inoculada bajo condiciones apropiadas de crecimiento. De manera contraria, la radiación solar, la presencia de microorganismos autóctonos, y el constante contacto de la arena con el oleaje pudieron disminuir la población de bacterias coliformes en las estaciones evaluadas. Según Velonakis *et al* (2014), el crecimiento de microorganismos en la arena está limitado por factores como la insuficiencia de nutrientes, competencia con la flora nativa, humedad, temperatura, radiación UV y la concentración de fuentes orgánicas de carbono disueltas.

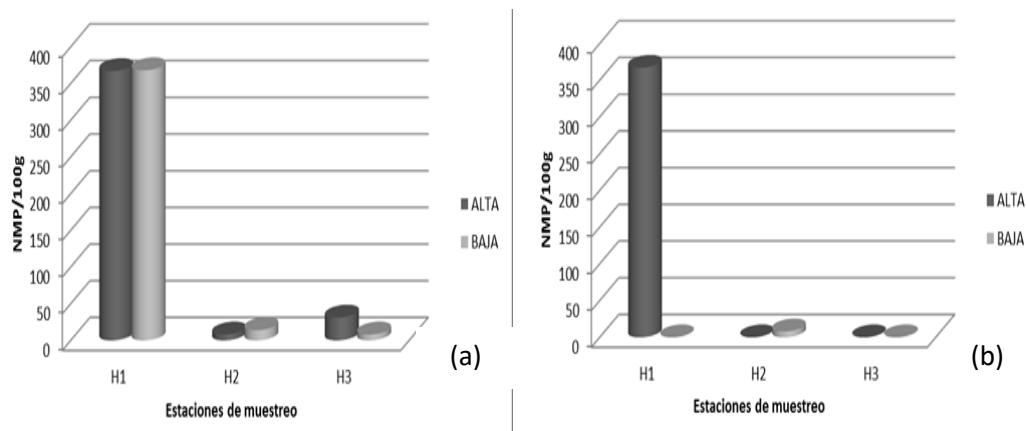


Figura 7. Comparación de la densidad promedio de coliformes totales (a) y coliformes fecales (b) de la arena de la Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

c. Análisis de las variables fisicoquímicas en la Playa “Quizandal”.

La temperatura promedio del agua determinada durante la temporada de alta de afluencia de bañistas en las estaciones Q1 y Q2 resultó de 28,0°C, en la estación Q3 se determinó 29,0°C. Asimismo, durante temporada de baja afluencia de bañistas en las estaciones Q1 el valor promedio fue de 27°C, mientras que en las estaciones Q2 y Q3 se obtuvo un valor de 28°C (Tabla VII). Dichos valores de temperatura no variaron de manera considerable en las temporadas estudiadas y a la vez resultaron propicios para el crecimiento de las bacterias coliformes totales, ya que todas estas son de naturaleza mesofílica. Al comparar estos resultados con los obtenidos en las aguas de Baja California durante la estación de verano cuya temperatura promedio resultó de 21,6°C en la bahía de Todos Santos B.C, y de 22,3°C en la bahía Falsa B.C (Orozco *et al.*, 1994), se evidencia que la temperatura del agua en la Playa “Quizandal” son más elevadas en ambas temporadas a las determinadas en Baja California. No obstante, los resultados del presente trabajo de investigación resultaron más aproximados a los obtenidos en las aguas de la zona costera de Murcia, cuyo valor promedio resultó de 26,73°C durante la estación de verano (López *et al.*, 2012). Por otra parte, en la Ensenada de Playa Grande en el Estado Sucre, la temperatura del agua en el mes de mayo fluctuó entre 23 y 24°C como consecuencia de los intensos vientos alisios del norte que ocasionaron movimientos de masas de agua más frías hacia la superficie (Martínez *et al.*, 2012a).

Tabla VII. Comparación de la temperatura del agua en Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Estaciones de muestreo	Temporadas					
	Alta			Baja		
	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)
Q1	26,0	28,0	29,0	26,0	27,0	28,0
Q2	27,0	28,0	30,0	27,0	28,0	29,0
Q3	28,0	29,0	29,0	28,0	28,0	28,0

La temperatura promedio del aire determinada durante temporada alta de afluencia de bañistas en las estaciones Q1, Q2 y Q3 resultó de 26,0°C, 27,0°C y 28,0°C, respectivamente; mientras que durante la temporada de baja afluencia de bañistas en las estaciones Q1, Q2 y Q3 la temperatura promedio del agua resultó de 29,0°C, 28,0°C y 29,0°C, respectivamente (Tabla VIII). Las temperaturas determinadas en ambas temporadas corresponden a valores medios, en este caso la convección desempeñó un papel importante ya que las masas de aire obtuvieron calor de las superficies de las construcciones, de la arena y del mar. A su vez el calor era disipado por estas corrientes de aire al entrar en contacto con superficies más frías o bien subían a la atmósfera dejando capas de aire más frías a nivel de la arena. Por consiguiente, la temperatura del aire al estar cercana a la temperatura óptima de crecimiento de las bacterias coliformes totales fue una condición favorable para la existencia de éstas. Se demostró que la temperatura del aire puede influir en el crecimiento de las bacterias mesófilas, ya que las concentraciones más altas fueron determinadas durante los días más calurosos (Olanczuk-Neyman y Jankowska, 2001).

Tabla VIII. Comparación de la temperatura del aire en Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Estaciones de muestreo	Temporadas					
	Alta			Baja		
	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)
Q1	26,0	26,0	27,0	27,0	29,0	30,0
Q2	26,0	27,0	27,0	27,0	28,0	28,0
Q3	28,0	28,0	28,0	27,0	29,0	30,0

La temperatura promedio determinada en la arena durante la temporada de alta afluencia de bañistas en las estaciones resultó de 32,0°C en Q1 y Q2, mientras que en Q3 resultó 35,0°C. Asimismo, durante la temporada de baja afluencia de bañistas en las estaciones se determinó una temperatura promedio de 29,0°C para todas las estaciones evaluadas (Tabla IX). La radiación solar influyó de manera directa en la temperatura de la arena generando magnitudes de temperaturas superiores a los 30°C; en el caso de las temperaturas bajas además de estar afectadas por la disminución de la radiación solar, también estuvieron afectadas por la convección del oleaje y de los vientos en la zona. Sin embargo, como se observa en la Tabla X, el rango de temperatura durante ambas temporadas de estudio pudo ser un factor favorable para el desarrollo de las bacterias mesófilas como las bacterias indicadoras de contaminación fecal.

Tabla IX. Comparación de la temperatura de la arena en Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Estaciones de muestreo	Temporadas					
	Alta			Baja		
	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)
Q1	31,0	32,0	34,0	28,0	29,0	31,0
Q2	31,0	32,0	33,0	28,0	29,0	29,0
Q3	34,0	35,0	35,0	29,0	29,0	30,0

En el agua los valores promedios de pH durante la temporada de alta afluencia de bañistas en las estaciones Q1 y Q2 resultaron de 7,90 mientras que la estación Q3 resultó de 7,80. En contraste, durante la temporada de baja afluencia de bañistas el pH promedio del agua resultó de 7,70 en las estaciones Q1 y Q2, y de 7,80 en la estación Q3 (Tabla X). En este caso el pH del agua resultó ligeramente alcalino, típico de las aguas marinas, además favorable para el crecimiento de bacterias como los coliformes totales y coliformes fecales. En cuanto a la legislación venezolana mediante el Decreto N°883 (Gaceta Oficial Extraordinaria: 5.021, 1995) establece que para este tipo de aguas el pH debe estar en un rango de 6,5-8,5 y por consiguiente, el pH determinado cumple con la normativa. En

contraste, en la Ensenada de Playa Grande en el Estado Sucre, el pH del agua osciló entre 7,93 y 8,24 ligeramente más alcalino al determinado en Playa “Quizandal”; estos valores de pH son típicos de aguas bien oxigenadas debido a la agitación inducida por los vientos (Martínez *et al.*, 2012a). Asimismo, en los balnearios de Chichiriviche en el Estado Falcón el pH del agua tuvo un valor promedio de 8,2 lo que evidencia que las aguas se encuentran libres de materiales, materia orgánica disuelta/suspendida que pudieran modificar la acidez del agua (Cortéz *et al.*, 2013).

Tabla X. Comparación del pH del agua en Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Estaciones de muestreo	Temporadas					
	Alta			Baja		
	pH min	pH promedio	pH máx	pH min	pH promedio	pH máx
Q1	7,90	7,90	8,00	7,50	7,70	7,90
Q2	7,80	7,90	8,00	7,40	7,70	7,90
Q3	7,60	7,80	8,00	7,60	7,80	7,90

d. Análisis de las variables fisicoquímicas en la Playa “Huequito”.

La temperatura del agua durante la temporada de alta afluencia de bañistas tuvo un valor promedio de 29,0°C en las estaciones H1, H2 y H3. No obstante, durante la temporada de baja afluencia de bañistas el valor promedio resultó de 28,0°C en todas las estaciones de muestreo (Tabla XI). La incidencia de la radiación solar es el principal factor que ocasiona el incremento de temperatura en las aguas marinas; evidenciándose que los días más soleados se presentaron durante la temporada de alta afluencia de bañistas. Por lo tanto, las magnitudes de temperaturas registradas demuestran que se encontraban próximas al óptimo para la multiplicación bacteriana. En las playas de Nueva Esparta las temperaturas promedio de las aguas resultaron más elevadas, las cuales fluctuaron entre 27,8 y 30,5°C debido a la irradiación solar y al decrecimiento en la intensidad de los vientos alisios que evitaron los procesos de mezclas de las capas de agua (Rodríguez, 2012). En el mismo sentido, en las playas de Tucacas Estado Falcón la temperatura varió entre 26 y 32°C (Herrera y Suárez, 2005), levemente más altas a las determinadas en Playa “Huequito” durante ambas temporadas de estudio.

Tabla XI. Comparación de la temperatura del agua en Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Estaciones de muestreo	Temporadas					
	Alta			Baja		
	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)
H1	28,0	29,0	29,0	27,0	28,0	29,0
H2	28,0	29,0	30,0	27,0	28,0	29,0
H3	28,0	29,0	30,0	28,0	28,0	29,0

La temperatura promedio de la arena presentó la mayor magnitud durante la temporada de alta afluencia de bañistas, resultando de 32,0°C en la estación H1 y de 33,0°C en las estaciones H2 y H3. Por otra parte, el sustrato en las estaciones H1 y H2 presentó una temperatura promedio de 29,0°C y de 30,0°C en la estación H3, durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Tabla XII). Por lo tanto, puede apreciarse que la temperatura superó los 30,0°C en todas las estaciones de muestreo durante la temporada de alta afluencia de bañistas, lo cual correspondió a los días más soleados. En contraste, la nubosidad parcial y los vientos presentes durante la temporada de baja afluencia de bañistas, generaron registros promedios de temperatura que no superaron los 30°C. Es importante destacar, que dichos valores de temperaturas son una de las condiciones que propiciaron el crecimiento de las bacterias coliformes en el sustrato.

Tabla XII. Comparación de la temperatura de la arena en Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Estaciones de muestreo	Temporadas					
	Alta			Baja		
	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)
H1	32,0	32,0	33,0	28,0	29,0	30,0
H2	33,0	33,0	34,0	27,0	29,0	31,0
H3	32,0	33,0	34,0	29,0	30,0	31,0

Durante la temporada de alta afluencia de bañistas se obtuvo el valor promedio de temperatura del aire más alta, resultando en las estaciones H1 y H2 de 29,0°C y en la estación H3 de 30,0°C. Sin embargo, los valores promedios menores se registraron durante la temporada baja de bañistas cuyas magnitudes resultaron de 27,0°C en las estaciones H1 y H2, y de 29,0°C en la estación H3, como puede apreciarse en la Tabla XIII. La temperatura del aire dependió en cierta manera de la radiación solar ya que esta pudo causar calentamiento de los techos de quioscos, paredes, vegetación, suelos, superficie del mar, y mediante el fenómeno de convección las corrientes de aire pueden adquirir parte del calor almacenado en las superficies mencionadas. Durante la temporada de alta afluencia de bañistas se presentaron días muy soleados es por ello que se observan las temperaturas más elevadas en la Tabla XIV. Asimismo, el número de bañistas también pudo aportar al incremento a la temperatura del aire debido a la temperatura corporal y a la absorción de calor a través de la radiación solar.

Tabla XIII. Comparación de la temperatura del aire en Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Estaciones de muestreo	Temporadas					
	Alta			Baja		
	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)	T min (°C)	T promedio (°C)	T máx (°C)
H1	28,0	29,0	29,0	27,0	27,0	28,0
H2	28,0	29,0	30,0	27,0	27,0	28,0
H3	29,0	30,0	31,0	28,0	29,0	30,0

El pH promedio del agua durante la temporada de alta afluencia de bañistas resultó de 7,80 en la estación H1, y de 7,90 en las estaciones H2 y H3. Durante la temporada de baja afluencia de bañistas el pH promedio resultó de 7,90 en la estación H2 y de 7,80 en las estaciones H1 y H3 (Tabla XIV). El mayor valor de pH sólo se registró en la estación H3 durante la temporada de alta afluencia de bañistas, en el resto de las estaciones se mantuvo en la misma magnitud. Por lo tanto, el pH de estas aguas es ligeramente alcalino y se encuentran en el rango legal (6,5-8,5) establecido por el Decreto N° 883 (Gaceta Oficial Extraordinaria: 5.021, 1995); asimismo resultaron similares al compararlos con el pH de las

aguas de las playas de Tucacas que osciló entre 7,6 y 8,3 (Herrera y Suárez, 2005). Por otro lado, las aguas de la zona costera de Nueva Esparta presentaron un pH más alcalino que varió entre 7,5 y 9,6 debido posiblemente a los procesos de fijación de CO₂ por organismos fotosintéticos provocando la disminución del efecto buffer del sistema marino (Rodríguez, 2012).

Tabla XIV. Comparación del pH del agua en Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Estaciones de muestreo	Temporadas					
	Alta			Baja		
	pH min	pH promedio	pH máx	pH min	pH promedio	pH máx
H1	7,80	7,80	7,90	7,70	7,80	7,90
H2	7,80	7,90	7,90	7,60	7,90	7,90
H3	7,80	7,90	8,00	7,60	7,80	7,80

e. Caracterización granulométrica de las arenas en las playas “Quizandal” y “Huequito”.

En la Playa “Quizandal” el tamaño de las partículas predominantes fue de 0,125 mm, obteniéndose una distribución porcentual de 37,66% en la estación H1, 46,98 en la estación H2 y 50,54% en la estación H3. En el mismo orden de ideas, en la Playa “Huequito” el tamaño de partícula más abundante fue el de 0,125 mm; aunque al analizar por cada estación de muestreo se determinó que fueron más abundantes sólo en la estación H2 con un 37,79% mientras que en el resto de las estaciones la distribución se mantuvo igual al tamaño de los granos de 0,250 mm cuyos porcentajes fueron de 17,60% en la estación H1 y de 24,20% en la estación H3 (Figura 8). Por lo tanto, el tamaño de las partículas indica que las arenas de ambas playas evaluadas son finas. De acuerdo a la distribución de partículas, Velonakis *et al.* (2014) sostienen que el tamaño de las partículas son esenciales para determinar la distribución de los microorganismos en los suelos, además tienen altas tasas de supervivencia cuando están adheridos a partículas de tamaños de 850 µm a 2 mm ya que entre otras cosas pueden adquirir protección completa o parcial de depredadores. Por otra parte, los pequeños tamaños de las partículas limitan la disponibilidad de oxígeno y de

materia orgánica en las capas más profundas del suelo, haciendo que los microorganismos crezcan en las capas superficiales.

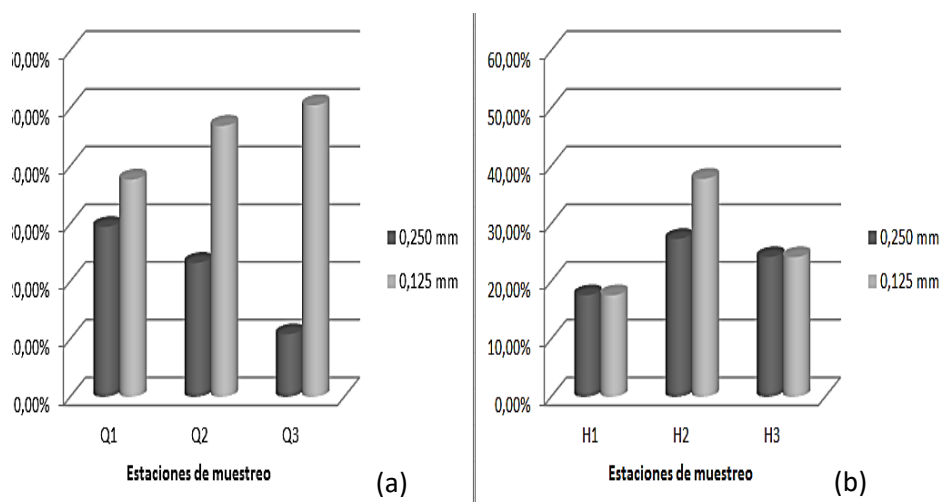


Figura 8. Distribución porcentual de los tamaños de las partículas de arena en la Playa "Quizandal" (a) y en la Playa "Huequito" (b).

f. Cuantificación de la materia orgánica de las arenas en las playas "Quizandal" y "Huequito".

En la arena de la Playa "Quizandal" la materia orgánica estuvo más concentrada durante la temporada de alta afluencia de bañistas, obteniéndose en la estación Q1 5,72% y 1,56% de materia orgánica, en la estación Q3 resultó de 8,42% y 2,49% mientras que la excepción fue la estación Q2 donde la concentración de materia orgánica resultó de 8,46% durante temporada baja mientras que durante la temporada contraria se cuantificó 5,83% (Figura 9a). En cuanto a la materia orgánica determinada en la arena de la Playa "Huequito" se observó la mayor proporción durante la temporada de alta afluencia de bañistas, la cual resultó en promedio de 2,79% en H1, 4,50% en H2 y 3,18% en H3. Mientras que durante la temporada de baja afluencia de bañistas la composición de materia orgánica resultó en promedio de 0,65% en H1, 0,77% en H2 y 3,04% en H3 (Figura 9b). Las estaciones de muestreos Q3, Q2, H1 y H2 fueron las que presentaron mayor concentración de bañistas, en contraste las estaciones Q3 y H3, que fueron las más alejadas y a la vez donde mayor cantidad de desechos sólidos se acumulaban. Estos resultados pueden obedecer a la cantidad de desperdicios dejado por los bañistas, descargas de desechos de las

embarcaciones, el arrastre de materiales a la orilla producto del oleaje, pastos marinos, algas y peces en proceso de descomposición, excretas de mascotas y aves, entre otros. La materia orgánica es la fuente de multiplicación y supervivencia para las bacterias del grupo coliformes. Asimismo, el contenido de materia orgánica en la arena de aproximadamente un 8%, es suficiente para permitir la supervivencia de bacterias, levaduras y nematodos (Whitman *et al.*, 2014).

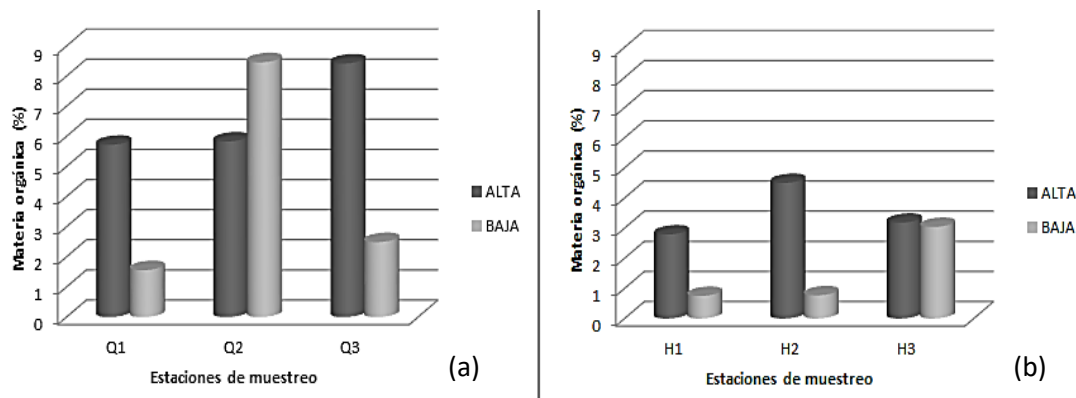


Figura 9. Comparación del promedio porcentual de materia orgánica contenida en la arena de la Playa “Quizandal” (a) y de la Playa “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

g. Análisis estadístico multivariado de las variables fisicoquímicas de las playas “Quizandal” y “Huequito”.

En cuanto a la aplicación del análisis de componentes principales, puede observarse en la Figura 10 cuatro regiones, las de color azul claro y amarillo corresponden a las nubes de puntos de las variables fisicoquímicas determinadas en la Playa “Quizandal” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente. Asimismo, las regiones de color verde manzana y rojo corresponden a las nubes de puntos de la Playa “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente. En consecuencia, se aprecia una separación de las nubes de puntos de las variables fisicoquímicas de cada playa con respecto a las temporadas evaluadas. Para este análisis multivariado, se extrajeron dos componentes principales con un total de varianza explicada del 72,00% que representan el 41,00% del componente 1, siendo la temperatura del agua y la temperatura del aire las que presentaron mayor correlación a dicho componente. Las magnitudes de

estas variables resultaron más elevadas durante las temporadas de mayor afluencia de bañistas, debido a los días soleados y a los procesos de convección entre las masas de aire y las masas de agua, por ello fueron determinantes en la densidad de las bacterias coliformes ya que se encontraron cercanas a los valores óptimos para el crecimiento de las mismas (35°C). En contraste, la nube de puntos debajo del eje de las abscisas que corresponde a los valores con correlación negativa, es decir, aquellos muestreos donde la temperatura fue menor en los días de baja afluencia de bañistas y que están asociados a la poca densidad de bacterias coliformes. Con respecto al componente 2 cuya varianza explicada fue del 30,00%, siendo las variables con mayor correlación positiva la temperatura y materia orgánica de la arena, determinadas en las temporadas de alta afluencia de bañistas y que influyeron en el crecimiento de la población de bacterias coliformes en el sustrato arenoso. Al contrario, las nubes de puntos de las variables con menor magnitud determinadas durante la temporada baja de bañistas. Adicionalmente, la presencia de materia orgánica en las arenas, demuestra la asociación de las bacterias coliformes a la misma, esta variable puede tener su origen en el agua debido al vertido de drenajes de aguas negras, excretas de animales, y en la arena por los desechos sólidos arrojados por las mareas o por los usuarios de las playas, y por los excrementos de aves, animales silvestres y animales domésticos en el sustrato arenoso; aunado a ello, el flujo de energía térmica entre el aire, la arena y el agua de la playa fue un factor que mantuvo y promovió la contaminación bacteriana en las playas. La capacidad de multiplicación de las bacterias coliformes fuera del intestino de los animales homeotermos puede ser fomentada por condiciones ambientales como materia orgánica, humedad, pH, temperatura, entre otras (Arcos *et al.*, 2005). Asimismo, se demostró correlaciones positivas de las bacterias coliformes totales y coliformes fecales con la precipitación, el pH y la temperatura, mientras que las correlaciones negativas estuvieron dadas por la insolación y la salinidad (Figueroa, 2007). En contraste, en el trabajo realizado por (Pérez *et al.*, 2006) no existió correlación entre los coliformes totales y coliformes fecales con las variables ambientales debido a que la concentración de estos grupos bacterianos pudo estar influida por aportes de aguas cloacales y/o pluviales que alcanzaron las aguas costeras.

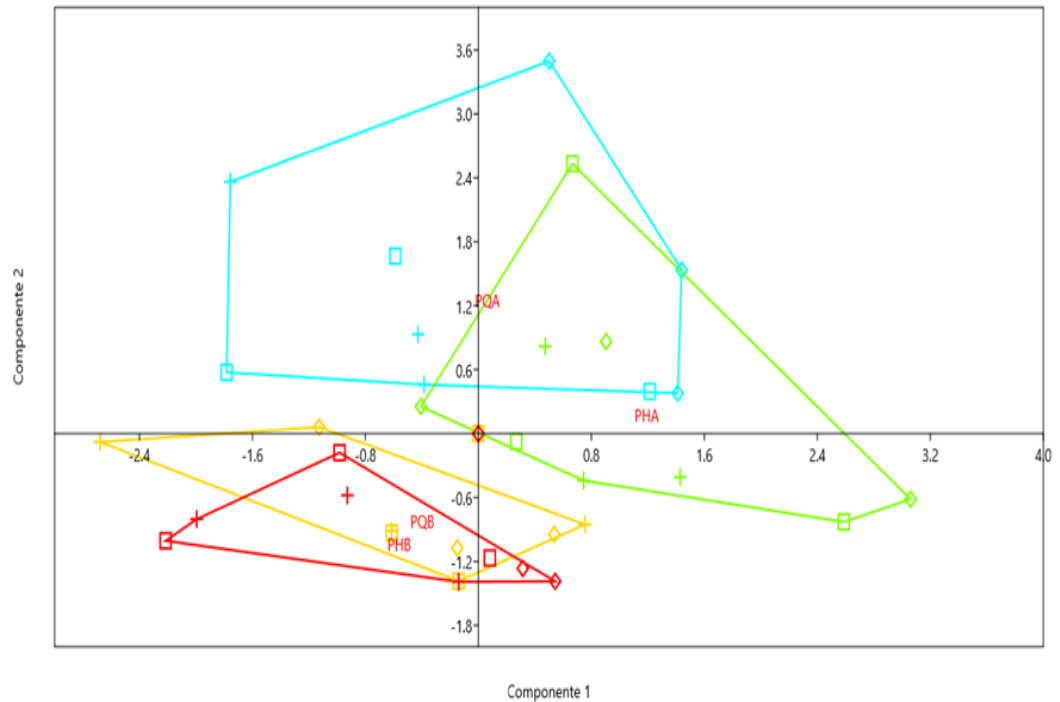


Figura 10. Análisis de componentes principales de las variables fisicoquímicas en las playas “Quizandal” (regiones azul claro y amarillo durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente) y “Huequito” (regiones verde manzana y rojo durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente).

Por otra parte, mediante el análisis multivariado de componentes principales pudo obtenerse cuales fueron las variables con mayor correlación a cada componente, observándose de manera detallada en la Figura 11; en la cual puede apreciarse que las variables fisicoquímicas: materia orgánica, pH, temperatura del aire y del agua estuvieron asociadas al componente principal 1. Resultado con las magnitudes más altas las variables materia orgánica y temperatura del agua, las cuales son esenciales para el crecimiento bacteriano. De manera similar, en el componente principal 2 destacó la variable temperatura de la arena.

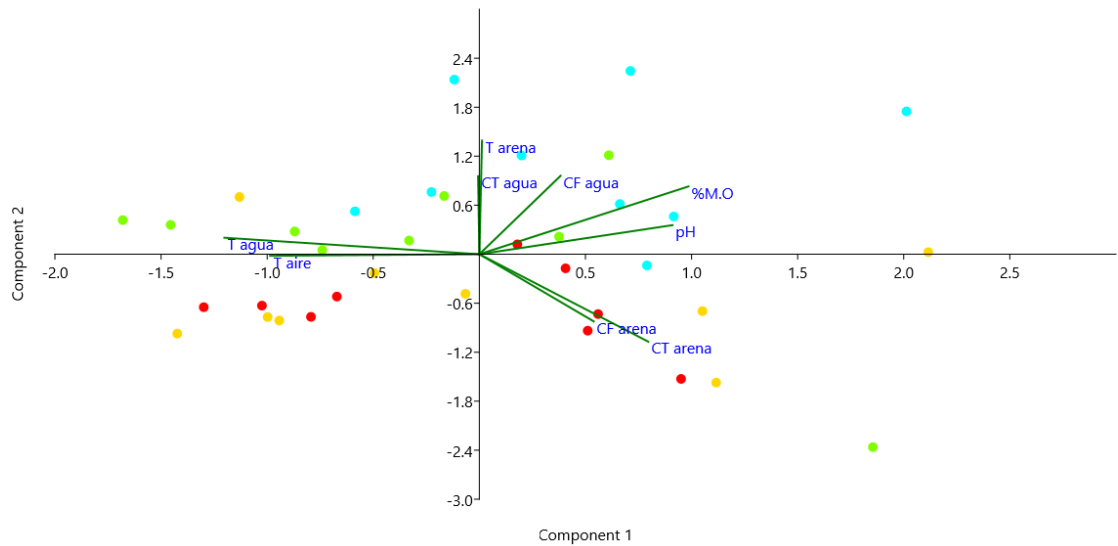


Figura 11. Biplot de los componentes principales de las variables fisicoquímicas determinadas en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Tabla XV. Autovalores de las variables fisicoquímicas determinadas en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Variables	Componente principal 1	Componente principal 2
Materia orgánica	0,43	0,33
Temperatura agua	-0,52	0,08
Temperatura aire	-0,43	-0,01
Temperatura arena	-0,01	0,55
pH	0,40	0,14

Las variables fisicoquímicas con mayor correlación al componente principal 1 fueron: materia orgánica, temperatura del agua, temperatura del aire y pH; mientras que la temperatura de la arena estuvo más correlacionada al componente principal 2, como se observa en la Tabla XV. Cabe destacar, que estos autovalores generaron la nube de puntos que se observaron en la figura 10.

h. Evaluación de la fiabilidad de las encuestas aplicadas a los bañistas en las playas “Quizandal” y “Huequito” mediante la prueba del alfa de Cronbach.

La Tabla XVI presenta los valores del alfa de Cronbach de las encuestas aplicadas a los bañistas en las playas y temporadas estudiadas. El método aplicado permitió medir la fiabilidad de la consistencia interna de las encuestas asumiendo que los ítems miden un

mismo constructo y están estrechamente correlacionados. Para ello el valor de alfa debe estar muy cercano a uno (1). Por consiguiente, los instrumentos aplicados en la Playa “Quizandal” durante las dos temporadas de estudio fueron confiables al obtener un valor alfa de 0,8 el cual es considerado bueno. En el mismo sentido, la confiabilidad de las encuestas aplicadas en Playa Huequito fue demostrada al obtener un valor alfa de 0,8 (bueno) durante la temporada de alta afluencia de bañistas y de 0,7 (aceptable) durante la temporada de baja afluencia de bañistas. El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0,70 mientras que el valor máximo que puede esperarse es 0,90 (Oviedo y Campos, 2005).

Tabla XVI. Valor del coeficiente α de Cronbach de las encuestas aplicadas en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Encuesta	Playa	Temporada	Valor α	Criterio
Percepción de las condiciones ambientales por los bañistas	Quizandal	Alta	0,8	Bueno
Percepción de las condiciones ambientales por los bañistas	Quizandal	Baja	0,8	Bueno
Percepción de las condiciones ambientales por los bañistas	Huequito	Alta	0,8	Bueno
Percepción de las condiciones ambientales por los bañistas	Huequito	Baja	0,7	Aceptable

i. Análisis de las encuestas aplicadas a los bañistas en las playas “Quizandal” y “Huequito”.

En la Figura 12 puede apreciarse las medianas de las edades de los bañistas encuestados en la Playa “Quizandal” y Playa “Huequito”. Con respecto a la Playa “Quizandal” la mediana resultó igual en ambas temporadas estudiadas, la cual fue de 30 años como se aprecia.

Durante temporada alta, puede observarse que los bigotes del diagrama corresponden al bañista más longevo (52 años) y al más joven (15 años) y los bordes de las cajas corresponden al primer percentil (22,8 años) y tercer percentil (35 años); mientras que durante temporada baja los puntos atípicos fueron las edades de 65 y 23 años, y los percentiles 27,5 y 48 años, respectivamente. Estos elementos del diagrama fueron los diferenciadores de la distribución de edades de bañistas en la playa durante ambas temporadas, entonces puede evidenciarse que los bañistas encuestados durante la temporada alta son menos longevos, una explicación posible es que son personas que se encuentran en edad económicamente productiva y por ello dependen de los fines de semana o días feriados para dedicar tiempo a su esparcimiento y recreación. Por otra parte, en la Playa “Huequito” durante las temporadas evaluadas la mediana de las edades de los bañistas resultó muy similar, 26,5 y 27 años respectivamente. Conforme a los bigotes del diagrama durante la temporada alta, las edades resultaron de 14 y 62 años, mientras que durante temporada baja fueron 14 y 52 años. En cuanto a los percentiles estuvieron conformados por edades de 19,25 y 33,75 años durante temporada alta mientras que en el transcurso de la temporada baja fueron 19 y 30,5 años. En general, puede evidenciarse que durante la temporada de baja afluencia asisten bañistas con edades levemente menores a las de los bañistas de las temporadas altas; esto puede deberse a que a Playa “Huequito” asisten grupos familiares o excursiones, donde la mayoría son niños o adolescentes.

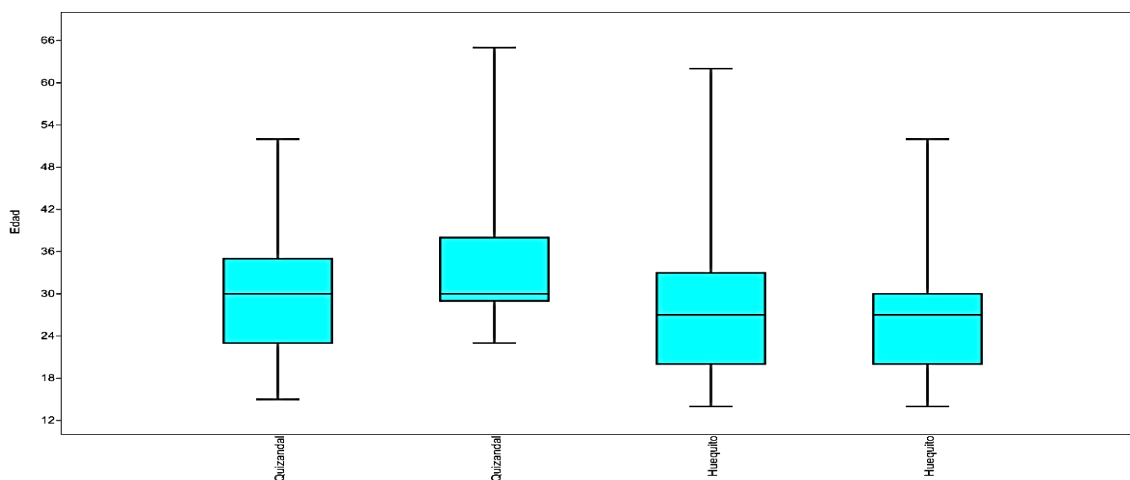


Figura 12. Diagrama de cajas y bigotes de la edad de los usuarios encuestados en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas (de izquierda a derecha: Playa “Quizandal” temporada alta, Playa “Quizandal” temporada baja, Playa “Huequito” temporada alta y Playa “Huequito” temporada baja).

En la Playa “Quizandal” se mantuvo igual la proporción 50% de hombres y mujeres durante la temporada de alta afluencia de bañistas, mientras que durante la temporada baja la población femenina fue la predominante 64% (Figura 13a). En cuanto a la Playa “Huequito”, durante la temporada alta la población de mujeres fue mayoritaria 68% al contrario de lo obtenido durante temporada baja donde el sexo masculino fue más abundante 54% (Figura 13b). En la Figura 14 puede apreciarse los visitantes en cada una de las temporadas estudiadas. Desde el punto de vista sociocultural, los hombres son los principales consumidores de bebidas alcohólicas por lo que generan gran cantidad de desechos de envases como botellas, vasos y latas en los alrededores de las playas. Mientras que la presencia de desechos como papel higiénico y toallas sanitarios puede estar relacionado a la población femenina que visitó ambas playas.

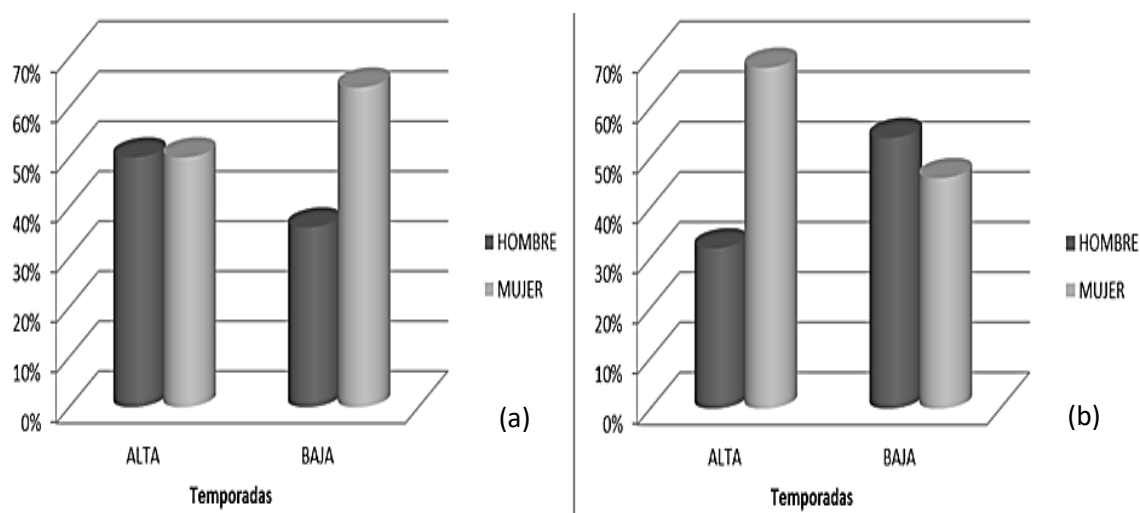


Figura 13. Distribución porcentual de géneros de las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.



Figura 14. Visitantes en la Playa “Quizandal” durante temporadas de alta (a) y baja afluencia de bañistas (b). En la Playa “Huequito” durante temporadas alta (c) y baja afluencia de bañistas (d).

En la Playa “Quizandal” durante temporada de alta afluencia de bañistas la ocupación de los encuestados estuvo determinada por estudiantes y amas de casa con 22,00%, seguido por profesionales y otras ocupaciones con 17,00%. En contraste, durante temporada de baja afluencia de bañistas las ocupaciones más preponderantes de la población encuestada fueron estudiantes y taxistas con 31,00%, seguido por amas de casas 25,00% (Figura 15a). Con respecto a la Playa “Huequito” los visitantes encuestados en su mayoría tuvieron por ocupación amas de casas y otras ocupaciones con 27,00%, seguido de estudiantes con 23,00%. No obstante, durante temporada de baja afluencia de bañistas las ocupaciones de los encuestados fueron estudiantes con 39,00%, amas de casa y comerciantes 23,00% (Figura 15b). Con estos resultados, puede entenderse que a las playas evaluadas asisten personas de variado nivel educativo y profesional, siendo más relevantes las ocupaciones sin algún título técnico o universitario, y los estudiantes; relacionándose a la vez con el nivel socio-económico de los encuestados.

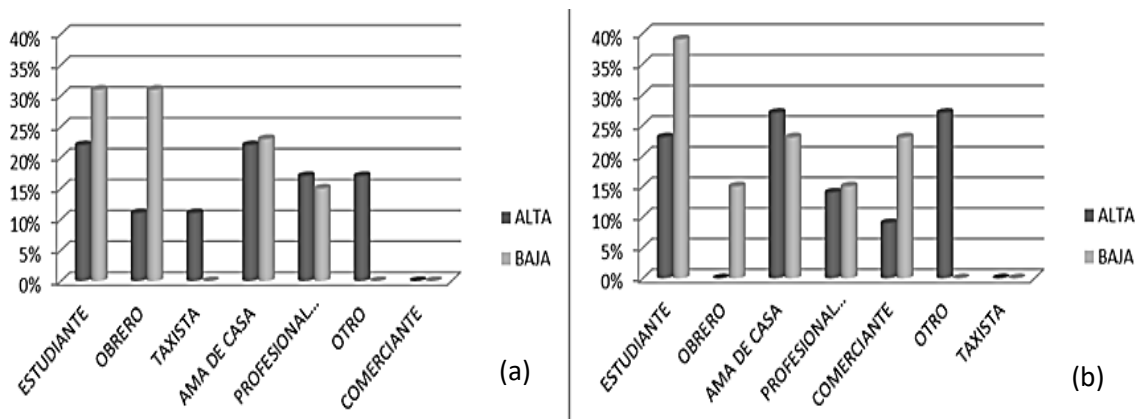


Figura 15. Distribución porcentual de las ocupaciones de los usuarios encuestados en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En cuanto al estado civil de los encuestados en la Playa “Quizandal” el 55,56% y 61,54% respondieron estar casados durante la temporada de alta y baja afluencia de temporadistas, respectivamente (Figura 16a). Por otro lado, en la Playa “Huequito” el 63,64% de los turistas encuestados durante temporada de alta afluencia de bañistas reflejaron estar casados y 61,54% respondieron de igual manera durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 16b). Estos resultados posiblemente obedezcan a que las playas estudiadas son visitadas en su mayoría por familias, ya que los padres son capaces de costear los gastos inherentes a traslados ó trasladarse en vehículos propios, pagar el acceso a la playa, costear los refrigerios, además de velar por la integridad de sus representados.

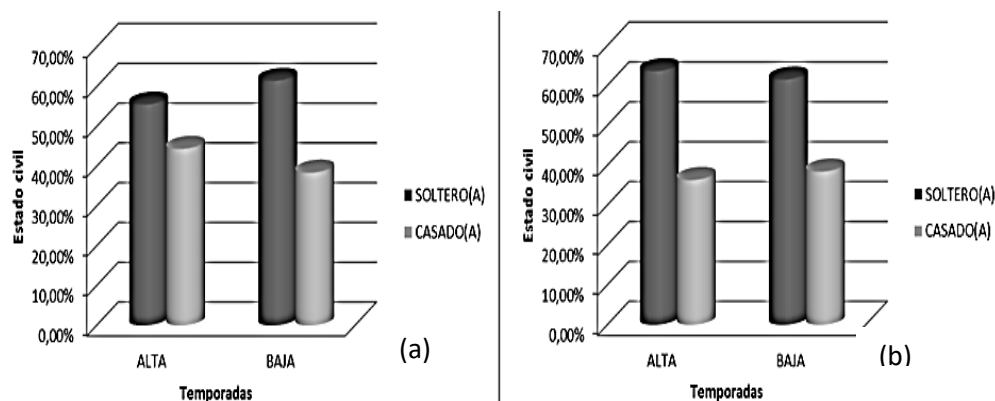


Figura 16. Distribución porcentual del estado civil de las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En la Playa “Quizandal” el 66,67% de los visitantes encuestados durante la temporada de alta afluencia de bañistas asistieron con grupos de amigos, en segundo lugar 27,78% de los encuestados asistió con familiares y el 5,56% acudió solo. Durante la temporada de baja afluencia de bañistas el 79,92% de los encuestados asistió en grupos familiares y el 20,08% en grupo de estudios (Figura 17a). En contraste, el 61,54% y 53,85% de los encuestados en Playa “Huequito” durante las temporadas de alta y baja afluencia de bañistas respondieron que asistieron en grupo familiares; en el mismo orden de ideas, el 38,46% y 30,77% respondieron que asistieron en grupos de estudios (Figura 17b). Tomando en cuenta que para acceder a la Playa “Quizandal” se requiere pagar una cuota por persona y por vehículo sumado al costo de los servicios de comidas, bebidas y alquiler de toldos, hacen que este destino turístico sea intensamente visitado por un conglomerado de personas con considerable poder adquisitivo, bien sean familiares o amigos. Además, la distribución invertida de estos grupos durante las temporadas de estudios puede obedecer a los hábitos de los mismos, o a una alternativa de reducción de gastos por grupos familiares durante la temporada baja. En cuanto a la Playa “Huequito”, no existe cobro alguno para el acceso de personas ni de vehículos y las ventas de refrigerios y alquiler de toldos son casi inexistentes, esto la convierte en una opción muy económica para grupos con ingresos modestos siendo en este caso la familia y los estudiantes.

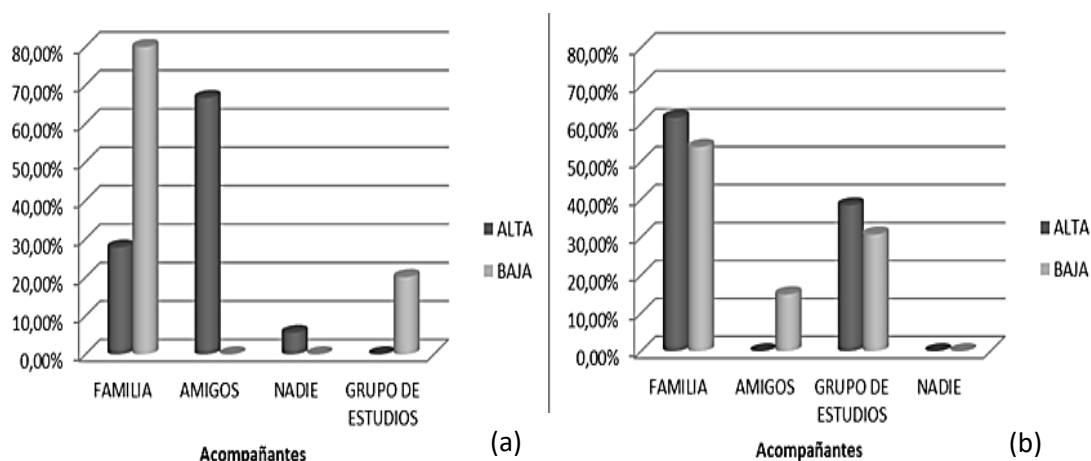


Figura 17. Distribución porcentual del tipo de acompañantes de las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Los grupos numerosos (>7 personas) fueron los que predominantemente visitaron Playa “Quizandal” correspondiente al 66,67% de los encuestados durante temporada de alta afluencia de bañistas, asimismo el 28% asistió en grupos comprendido de 3 a 7 personas y el 5,33% asistió de manera solitaria. En contraste, durante la temporada de baja afluencia de bañistas el 53,86% asistió en grupo de 4 a 7 personas, mientras que el 46,14% lo realizó en grupos superiores a 7 personas (Figura 18a). Con respecto, a la Playa “Huequito” el 77,27% de los encuestados acudió en grupos mayores de 7 personas, y el 23,73% en grupos de 4 a 7 personas durante la temporada de alta afluencia de bañistas. En el caso contrario, 46,15% asistieron en grupos con más de 7 personas, 38,46% en grupos comprendidos entre 4 y 7 personas, y 15,39% con sólo un acompañante. En los casos en que los bañistas asistieron en grupos mayores a 7 personas, estos indicaron que llegaron a las playas en excursiones planificadas, asimismo cuando el número de acompañantes fluctuó entre 4 a 7 personas los encuestados manifestaron que eran acompañados por grupo familiar, amigos o compañeros de estudios (Figura 18b). Por consiguiente, en la Playa “Quizandal” pudo observarse que los acompañantes se trasladaban en grandes grupos familiares o de amigos. No obstante, en la Playa “Huequito” se evidenció de manera importante el traslado en excursiones planificadas, esto pudo deberse a que los bañistas no poseen las condiciones económicas para trasladarse por sí mismos al lugar o la distancia de su sitio de origen a la misma es muy remota.

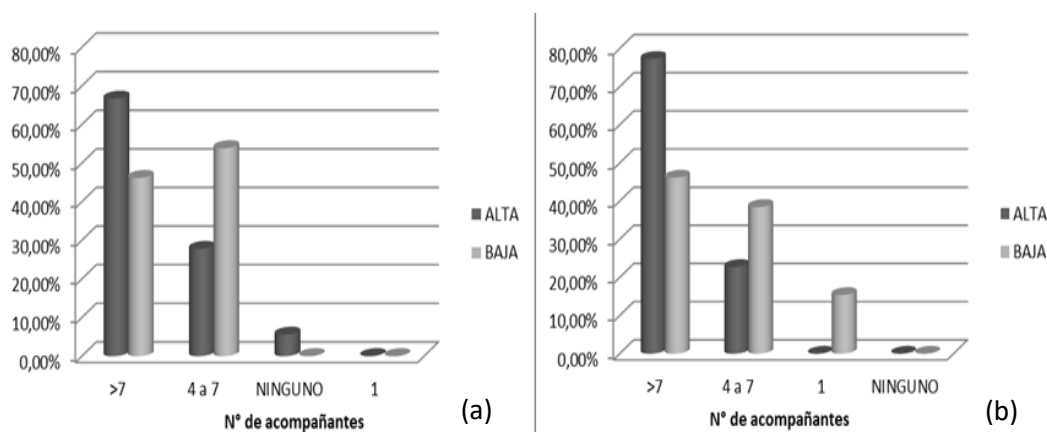


Figura 18. Distribución porcentual del número de acompañantes de las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Con respecto al ítem de primera visita a la Playa “Quizandal” el 55,54% de los encuestados durante la temporada de alta afluencia de bañistas indicó que ya la habían visitado anteriormente al menos una vez, sin embargo, durante la temporada de baja afluencia de bañistas el 53,85% respondió ser su primera visita al lugar (Figura 19a). Por otra parte, en la Playa “Huequito” el 81,82% y 85,00% de las personas encuestadas respondieron que no era su primera visita a la playa tanto en temporada de alta como de baja afluencia de bañistas, respectivamente (Figura 19b). Los resultados obtenidos en la Playa “Quizandal” posiblemente fueron consecuencia del costo para acceder a ella y lo confuso que puede ser llegar hasta allí. Por el contrario, en la Playa “Huequito” la ruta pareció ser muy conocida además de que el acceso a la misma es totalmente gratis y no existen normas para la pernocta de los visitantes.

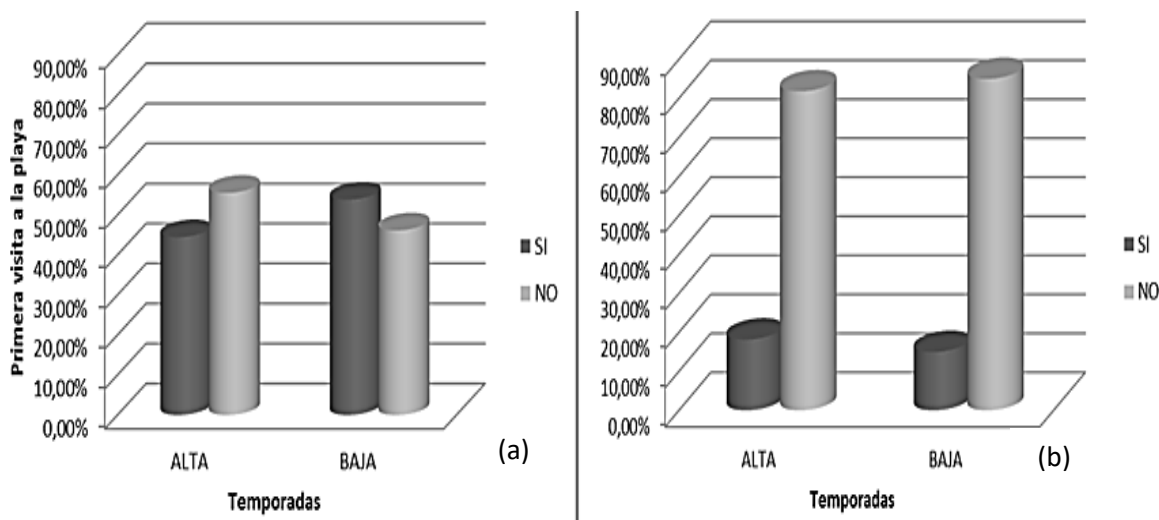


Figura 19. Distribución porcentual de la primera visita de las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En cuanto al tiempo de permanencia de los visitantes en la Playa “Quizandal” el 66,67% de los encuestados respondió que su estancia fue por 8 horas, 22,22% manifestó permanecer alrededor de 4 horas durante la temporada de alta afluencia de bañistas; mientras que el 46,15% indicó que su permanencia fue de 4 horas, el 30,77% por 8 horas y el 23,08% por

12 horas durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 20a). En contraste, en la Playa “Huequito” la opción a permanecer por 8 horas fue la que tuvo más relevancia entre los encuestados con el 72,73% y 84,62% durante las temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente (Figura 20b). Por consiguiente, se observa que en la Playa “Quizandal” los bañistas dedican más tiempo al disfrute posiblemente a la flexibilidad del tiempo libre que poseían, disponibilidad de transporte y disponibilidad de dinero, sin embargo durante la temporada de baja afluencia de bañistas la sensación de seguridad pudo ser el principal factor limitante en el tiempo de permanencia de los encuestados. En otro sentido, los resultados obtenidos durante ambas temporadas en la Playa “Huequito” son muy llamativos ya que los bañistas permanecieron por un intervalo de tiempo amplio sus espacios, pudiendo indicar que la sensación de seguridad en la playa es alta, hubo transportes disponibles para el retorno a sus lugares de origen y lo económico del disfrute en el lugar.

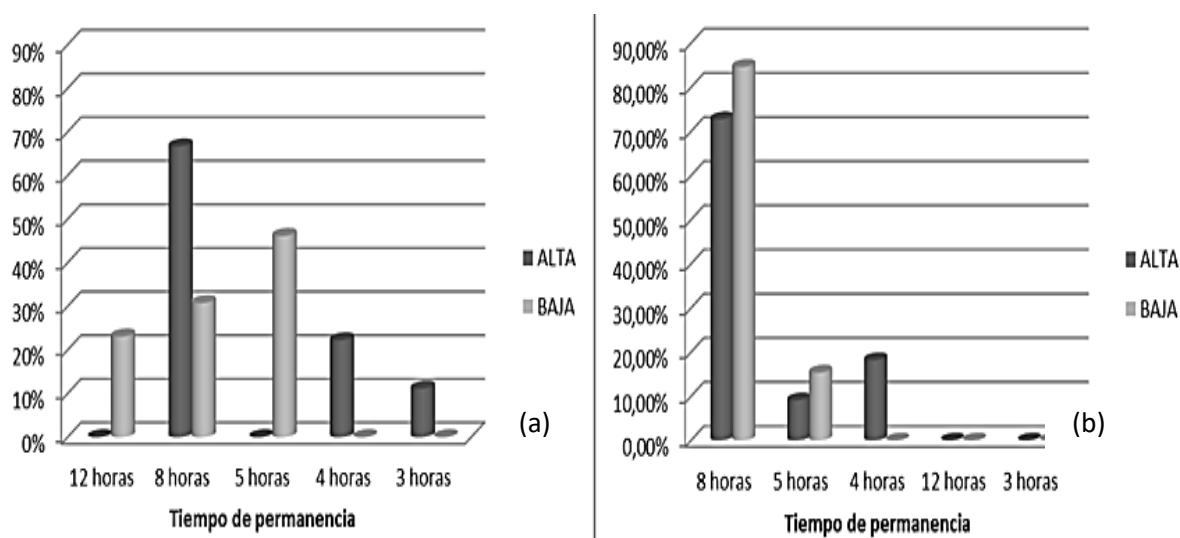


Figura 20. Distribución porcentual del tiempo de permanencia de las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En lo concerniente al tipo de transporte empleado para el traslado de los visitantes a la Playa “Quizandal” durante la temporada de alta afluencia de bañistas, el 61,11% de los encuestados lo hizo mediante el uso de bus (transporte público) y el 38,89% usando vehículo propio; asimismo, el 69,23% se trasladó en bus y el 30,77% lo hizo con vehículo

particular durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 21a). En cuanto a la Playa “Huequito” el 45,45% de los visitantes encuestados indicó que llegaron usando bus, 40,91% en tour organizado (excursión), y 13,64% lo hizo con vehículo particular; mientras que durante la temporada de baja afluencia de bañistas el 46,15% de los visitantes encuestados respondieron que se trasladaron empleando vehículo propio, 38,46% mediante tour organizado y 15,39% en bus (Figura 21b). Por lo tanto, en la Playa “Quizandal” durante las dos temporadas evaluadas, gran parte de los encuestados se trasladó en transporte público esto debido a que es un medio barato, de alta disponibilidad, y que su ruta tiene como punto final el lugar en cuestión; al mismo tiempo puede evidenciarse una proporción de bañistas con cierta solidez económica ya que emplearon sus vehículos propios para ir a disfrutar del ambiente costero. En contraste, en la Playa “Huequito” existió un comportamiento un poco más complejo en cuanto al medio de transporte utilizado por los turistas, durante la temporada de alta afluencia de bañistas, el bus y el tour organizado fueron los preponderantes, debido a que el transporte público es más abundante en temporadas altas y las excursiones tradicionalmente son planificadas para fines de semanas, época vacacional y días feriados. Durante la temporada de baja afluencia de bañistas, la poca disponibilidad de transporte público hizo que la primera opción a recurrir por parte de los turistas fuera el vehículo propio, seguido de excursiones organizadas que son más relevantes en dicho período ya existe mayor disponibilidad de los espacios en la playa.

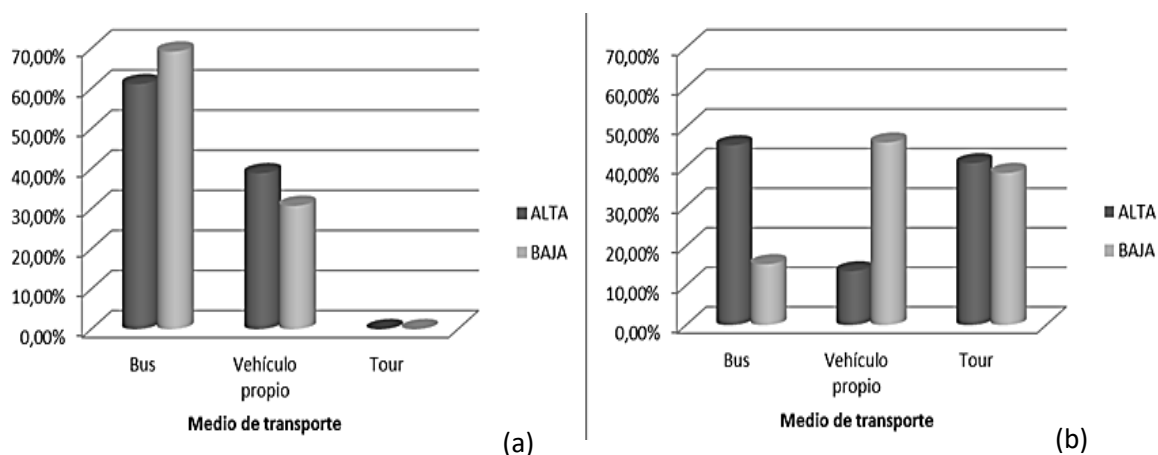


Figura 21. Distribución porcentual del tipo de transporte empleado por las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En cuanto a la disposición de basura por los visitantes en la Playa “Quizandal” durante la temporada de alta afluencia de bañistas el 50,00% de los encuestados respondieron que se llevan los desechos a su lugar de origen y que la depositan en los contenedores dispuestos en la zona; mientras que durante la temporada de baja afluencia de bañistas el 77,00% de los encuestados manifestó depositar los desechos en los contenedores y el 23,00% se los llevó a sus hogares (Figura 22a). Por otro lado, en la Playa “Huequito” los visitantes encuestados indicaron que depositan la basura en los contenedores y se la llevan a sus lugares de origen en un 50,00% durante la temporada de alta afluencia de bañistas; no obstante, durante la temporada de baja afluencia de bañistas el 69,00% de los encuestados manifestaron que depositan los desechos en los contenedores disponibles y el 31,00% optó por la opción de llevársela a sus respectivas casas (Figura 22b). En ambas playas durante las temporadas evaluadas puede observarse un comportamiento idéntico por parte de los bañistas encuestados en cuanto al manejo de los desechos, esto obedece a que las playas cuando son intensamente visitadas los contenedores disponibles para la recolección de basura son insuficientes y/o su capacidad es poca, por lo que cuando ya su capacidad ha llegado al máximo hace que los temporadistas prefieran llevarse sus desechos para depositarlos en sus casas o cualquier otra lugar con recolectores disponibles. Este hecho revela el manejo deficiente de estos sitios turísticos. Al contrastar con la temporada de baja afluencia de bañistas se aprecia que la mayoría de los encuestados deposita la basura en los contenedores dispuestos para tal fin, aunque existe una proporción importante que decide llevarse los desechos de la playa, lo que posiblemente indique el colapso de los contenedores dispuestos o la desconfianza de los visitantes al manejo de los desperdicios por parte de las personas competentes.

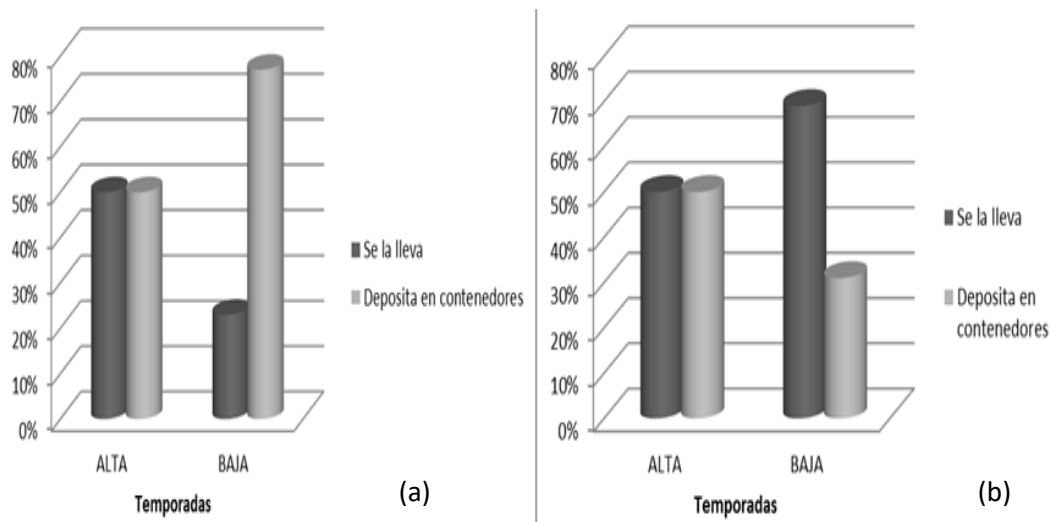


Figura 22. Distribución porcentual de la disposición de basura en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Al medir la opinión de los visitantes con respecto al acceso a la Playa “Quizandal” durante la temporada de alta afluencia de bañistas el 99,44% de los encuestados respondieron que consideran fácil llegar a la misma, de igual manera el 100,00% opinó que el acceso es sencillo durante la temporada baja de bañistas (Figura 23a). En el mismo orden de ideas, en la Playa “Huequito” el 90,91% y 100% de los encuestados en temporada tanto de alta como de baja afluencia de bañistas afirmaron que el acceso al lugar es fácil (Figura 23b). Esto se explica por el hecho de que las personas encuestadas al menos una vez han visitado estos lugares, existe una vía en común para llegar a ambas playas, existe una que otra señalización en la vía, y a que la mayoría de los bañistas emplean transporte público y excursiones para el disfrute de estos ambientes.

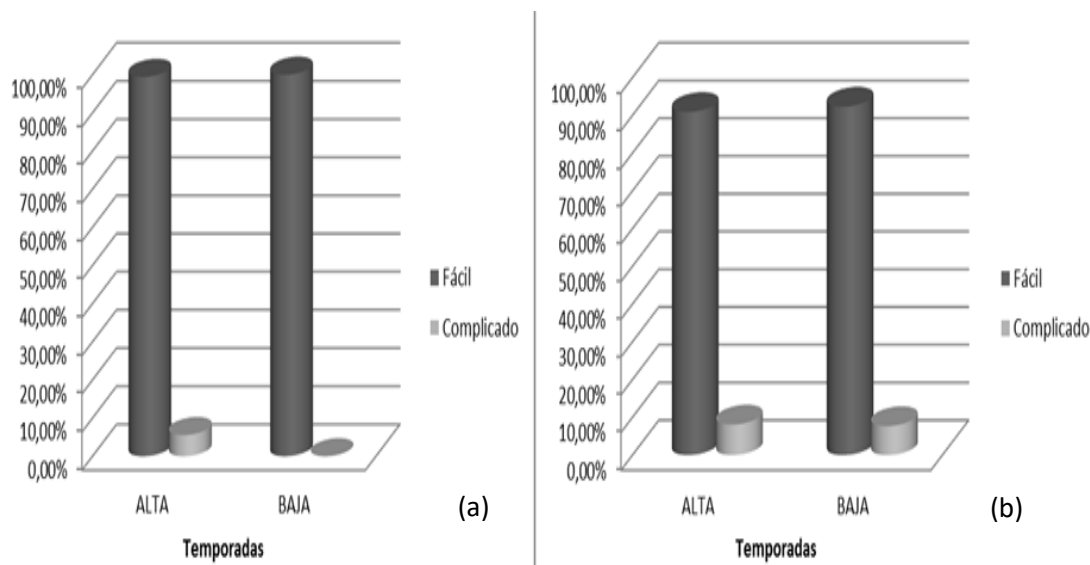


Figura 23. Distribución porcentual de la apreciación del acceso a las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Durante la temporada de alta afluencia de bañistas en la Playa “Quizandal” el 61,11% consideró adecuados a los servicios que se ofrecieron en lugar mientras que el 22,22% los calificó como inexistentes, asimismo durante la temporada de baja afluencia de bañistas el 69,23% de los encuestados calificó a los servicios como adecuados y el 30,77% consideraron inadecuados (Figura 24a). Por otra parte, el 63,64% de los turistas encuestados durante la temporada de alta afluencia de bañistas manifestaron que los servicios ofrecidos en la Playa “Huequito” son adecuados, y el 31,82% opinó que son inadecuados. De manera similar fueron las apreciaciones de los encuestados durante la temporada de baja afluencia de bañistas al considerar los servicios adecuados con 84,62% e inadecuados 15,38% (Figura 24b). La Playa Quizandal al ofrecer variedad de servicios como estacionamientos, baños, duchas, caminerías, quioscos, toldos y sillas, satisface los requerimientos de los turistas; sin embargo, algunos de los encuestados fueron enfáticos al opinar que los sanitarios no se encontraban en condiciones adecuadas para brindar el servicio, y acerca de la carencia tanto de vigilancia privada como de salvavidas. En contraste, los servicios que ofrece Playa “Huequito” son ínfimos entre, los que se mencionan: estacionamientos improvisados, quioscos, y baños; sin embargo, sólo existen dos sanitarios y la infraestructura de los quioscos está muy deteriorada, no existe vigilancia privada y tampoco presencia de salvavidas. Algunos de los encuestados manifestaron que

los sanitarios son imposibles de usar. En la Figura 25 puede observarse parte de los servicios ofrecidos en cada una de las playas donde se aplicó las encuestas. La Playa “Quizandal” ofrece puestos de ventas de artículos para el disfrute de la misma, edificaciones adecuadas para sanitarios con señalización y caminerías, sin embargo, las edificaciones destinadas a la venta de comidas y sanitarios en la Playa “Huequito” son un tanto improvisadas.

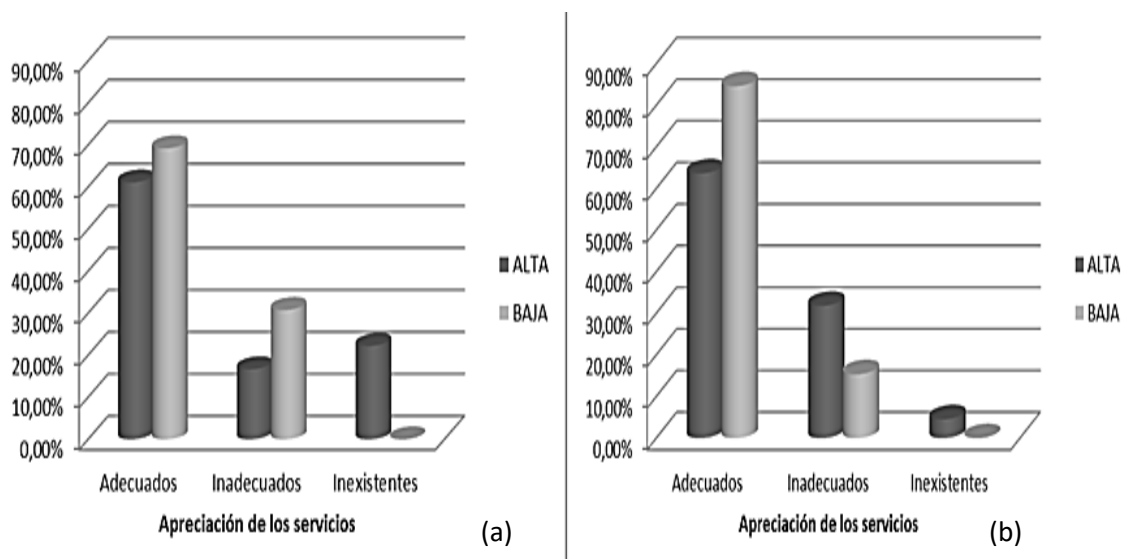


Figura 24. Distribución porcentual de la apreciación de los servicios ofrecidos en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.



Figura 25. Servicios ofrecidos en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas (de arriba a abajo y de izquierda a derecha). (a) Sanitarios. (b) Quioscos comerciales. (c) Sanitarios improvisados. (d) Quioscos y toldos.

En la Playa “Quizandal” los bañistas encuestados afirmaron disfrutar de la arena con 88,89% durante temporada alta y 92,31% durante temporada baja (Figura 26a). En el mismo sentido, en la Playa “Huequito” en las dos temporadas evaluadas el 90,91% y 100,00% de los bañistas encuestados manifestaron su gusto por la arena (Figura 26b). Puede apreciarse en los resultados del ítem de los bañistas encuestados en ambas playas un leve incremento en la opinión del disfrute de la arena durante la temporada de baja afluencia de bañistas, esto pudo ocurrir primeramente por la disponibilidad de áreas más grandes de arena como consecuencia de los pocos visitantes, y por la limpieza de la arena. En la Figura 27 puede apreciarse a los visitantes disfrutar de la arena, bien sea jugando con ella o simplemente descansando sobre la misma.

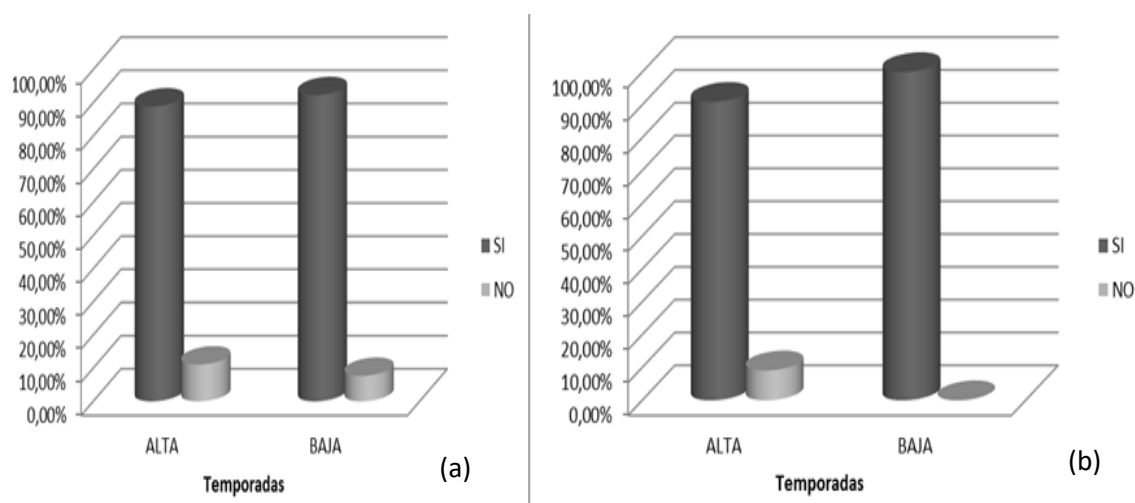


Figura 26. Distribución porcentual de las personas encuestadas que disfrutaron de la arena en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.



Figura 27. Turistas disfrutando de la arena en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b).

El 83,33% de los bañistas encuestados se sintieron seguros durante la temporada de alta afluencia de bañistas en la Playa “Quizandal” mientras que el 100,00% consideró lo propio durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 28a). Con respecto a las respuestas aportadas por los encuestados en la Playa “Huequito” el 90,91% tuvieron sensación de seguridad durante la temporada de alta afluencia de bañistas, sin embargo, sólo el 54,00% de los encuestados se sintieron seguros durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 28b). Por lo tanto, en la Playa “Quizandal” es posible que las personas se hayan sentido menos seguras por el alto número de bañistas en la playa, ya que en la mayoría de las veces no quisieron dejar sus sitios de pernocta abandonados mientras se disfrutaban del agua por temor al robo de sus enseres, mientras que en la Playa “Huequito” ocurrió de manera inversa la sensación de seguridad disminuyó cuando habían pocas personas, ya que no existen limitaciones para el acceso y a lo apartado del lugar.

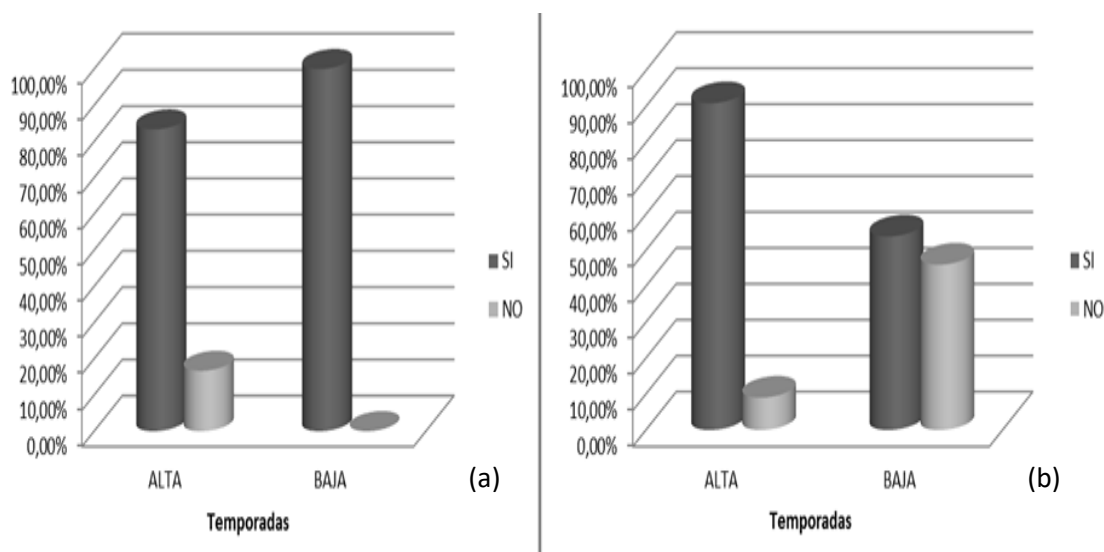


Figura 28. Distribución porcentual de la sensación de seguridad percibida por las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En la Playa “Quizandal” durante la temporada de alta afluencia de bañistas el 55,56% de los encuestados le atribuyó al agua una temperatura agradable, mientras que el 53,85% consideró que el agua estaba fría durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 29a). En otro orden de ideas, en la Playa “Huequito” el 77,27% de los visitantes encuestados sintieron al agua fría durante la temporada de alta afluencia de bañistas, a

diferencia del 69,23% de las opiniones favorables a temperatura del agua agradable durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 29b). La temperatura agradable del agua posiblemente se debió a que los días fueron más soleados durante el período de alta concurrencia de bañistas, mientras que en la temporada poca concurrida las condiciones meteorológicas tales como las lluvias de días anteriores, la nubosidad, los vientos y el oleaje pudieron influir en la temperatura y/o la sensación térmica de los visitantes. A pesar de que en Playa “Huequito” los días fueron soleados durante la temporada de mayor asistencia de bañistas, el oleaje y las corrientes marinas pudieron determinar la baja temperatura del agua de manera contraria a lo ocurrido en temporada de baja afluencia de bañistas donde la temperatura del agua pudo ascender por los rayos de sol del día parcialmente nublado y al poco oleaje.

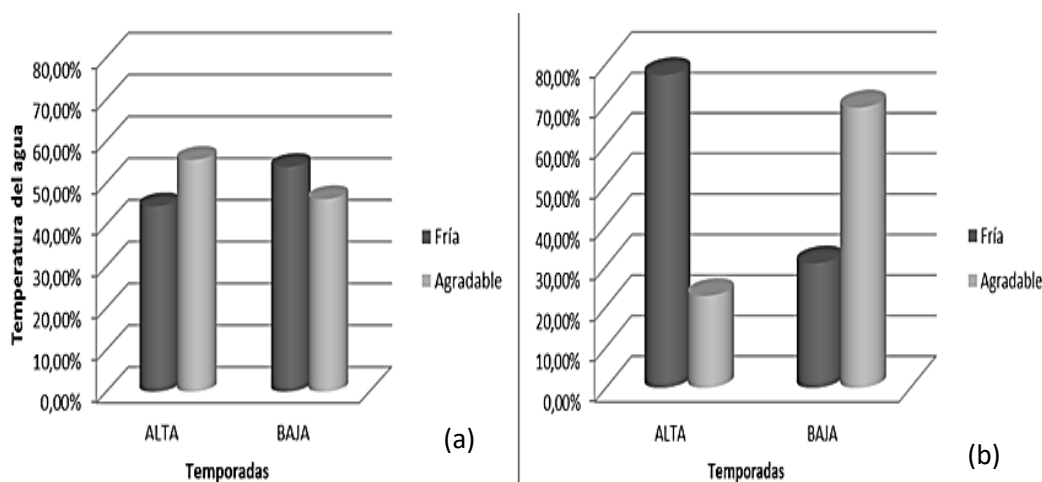


Figura 29. Distribución porcentual de la apreciación de las personas encuestadas con respecto a la temperatura del agua en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

La limpieza de la playa “Quizandal” fue percibida por el 77,78% de los usuarios encuestados en la temporada de alta afluencia de bañistas, sin embargo el 69,23% de los visitantes encuestados durante la temporada de poca afluencia de bañistas apreció a las áreas sucias (Figura 30a). Con respecto a la Playa “Huequito” el 50,00% de los entrevistados la encontró limpia durante la temporada de alta afluencia de bañistas, mientras que el 61,54% consideró que sus alrededores estaban sucios durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 30b). La playa “Quizandal” posee un programa de limpieza constante cuando se dan las temporadas de mayor asistencia de turistas, pero en

las temporadas bajas disminuye la intensidad de la limpieza de las playas, a esto se le suma el arrastre por el oleaje a la orilla de la playa de diversos materiales provenientes del agua. Por otro lado, la Playa “Huequito” no posee programa alguno de limpieza, durante las dos temporadas de estudio se observó sucia, con mal aspecto, y más aún durante la temporada de baja afluencia de bañistas donde la marea arrojaba muchos desechos, pastos marinos y animales muertos a la orilla de la playa. Cabe destacar, que el tránsito de mascotas en las playas durante ambas temporadas también aumento la suciedad en las mismas debido a la excreción de las heces. En este caso, la opinión de los encuestados coincidió con los registros fotográficos obtenidos durante las evaluaciones, donde se aprecia que las playas lucieron más limpias durante la temporada de alta afluencia de bañistas (Figura 31).

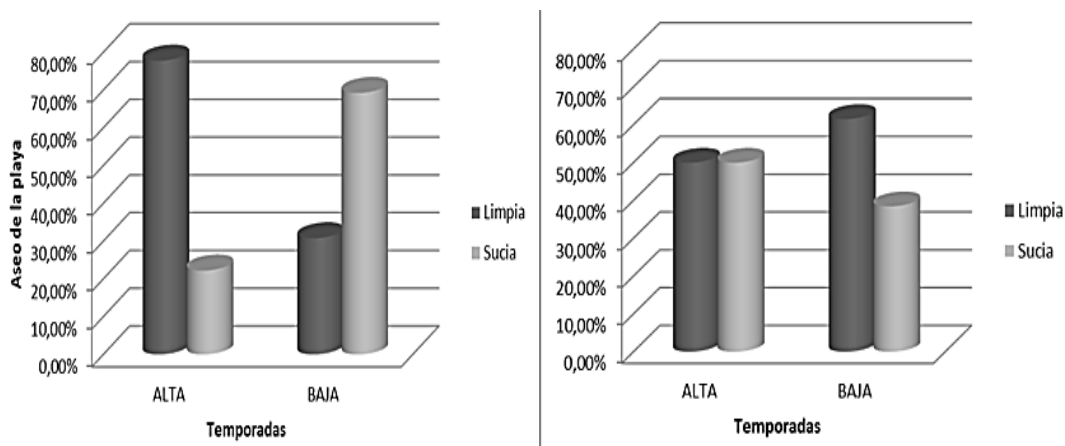


Figura 30. Distribución porcentual de (a) percepción de las personas encuestadas y (b) respecto a la limpieza de las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.



Figura 31. Estado de la limpieza de la Playa “Quizandal” durante temporadas de alta (a) y baja (b) afluencia de bañistas y Playa “Huequito” durante temporadas de alta (c) y baja afluencia de bañistas (d).

En cuanto a la percepción de olores desagradables por los visitantes en la Playa “Quizandal” el 88,89% de los encuestados no percibió tales olores durante la temporada de alta afluencia de bañistas, mientras el 84,28% opinó de igual manera durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 32a). En el mismo sentido, en la Playa “Huequito” el 81,82% de los entrevistados opinó que no percibieron malos olores durante la temporada de alta afluencia de bañistas, asimismo el 84,62% de los turistas encuestados tampoco percibieron olores desagradables durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 32b). En la playa “Quizandal” los malos olores estuvieron presentes cerca al muelle donde había un bote de aguas negras y en el punto adyacente a Playa “Huequito” donde existió una importante acumulación de desechos sólidos. En cuanto a Playa “Huequito” los olores desagradables provenían en su mayoría de aguas estancadas ubicadas en la parte trasera de los quioscos, a la basura acumulada y a la presencia de animales muertos en la orilla de la playa (Figura 33).

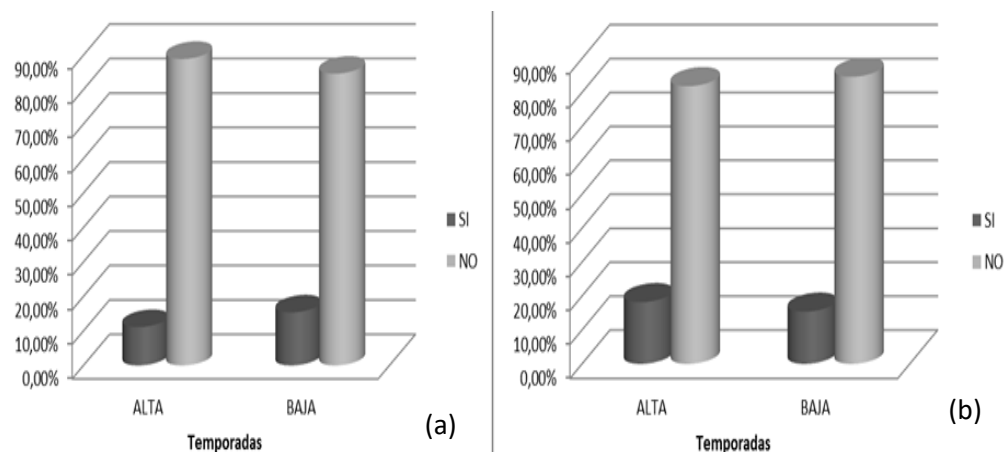


Figura 32. Distribución porcentual de la percepción de olores desagradables en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.



Figura 33. Posibles focos de malos olores en las playas “Quizandal” y “Huequito” durante temporada de alta y baja afluencia de bañistas (de arriba a abajo y de izquierda a derecha). (a) Basura y manchas de aceite y/o grasa en la arena. (b) Tanquilla de aguas negras agrietada. (c) Ave en estado de descomposición. (d) Pez en estado de descomposición.

En la Playa “Quizandal” el 94,12% de los encuestados durante la temporada de alta afluencia de bañistas no observó mascotas en los alrededores, de igual manera el 69,23% negó la existencia de mascotas durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 34a). Por otra parte, en la Playa “Huequito” 62,16% de los entrevistados coincidieron en que no observaron mascotas durante la temporada de alta afluencia de bañistas, asimismo el 76,92% indicó no haber observado los animales domésticos a lo largo de la playa durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 34b). En ambas playas se observó la presencia de mascotas, especialmente perros, durante todas las temporadas de estudio; en Playa “Quizandal” los avistamientos fueron más frecuentes durante las temporadas menos concurridas de bañistas, quizás en búsqueda de restos de alimentos o como compañía de algún dueño de quiosco o visitante. De manera contraria ocurrió en Playa “Huequito” durante las temporadas de alta concurrencia de bañistas, donde se observaron de manera más frecuentes la presencia de perros, algunos de estos abandonados y que atravesaban la playa entera en búsqueda de comida y otros llevados de paseo por los turistas (Figura 35).

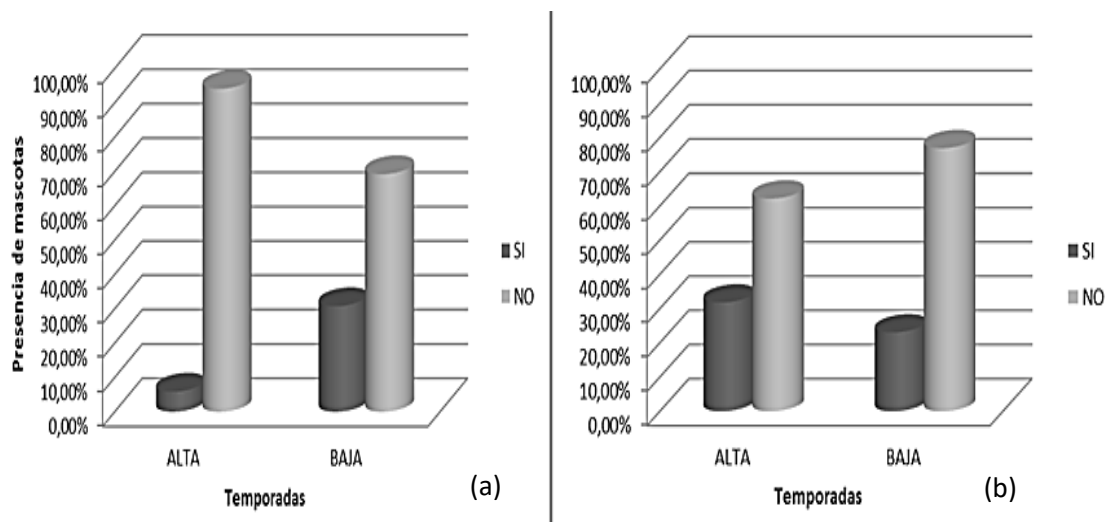


Figura 34. Distribución porcentual de la observación de mascotas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.



Figura 35. Mascotas observadas en las playas. (a) Perro en la Playa “Quizandal” durante temporada de alta afluencia de bañistas. (b) Perro en la Playa “Quizandal” durante la temporada de baja afluencia de bañistas. (c) Perro muerto en la Playa “Huequito” durante temporada de alta afluencia de bañistas. (d) Perro en la Playa “Huequito” durante temporada de baja afluencia de bañistas.

Durante la temporada de alta afluencia de bañistas en la Playa “Quizandal” el 77,78% de los encuestados no observó turbidez en el agua mientras que el 69,23% observó al agua turbia durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 36a). Al contrario, el 68,18% de los encuestados opinó que el agua se encontraba turbia durante la temporada de alta afluencia de bañistas en la Playa “Huequito” mientras que 69,23% de los encuestados

la percibió sin turbidez durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 36b). La turbidez observada en las aguas de las playas evaluadas pudo ser consecuencia de las fuertes corrientes y el oleaje que resuspendieron los sedimentos marinos, es importante acotar que el fondo las playas “Quizandal” y “Huequito” son abundantes en arena.

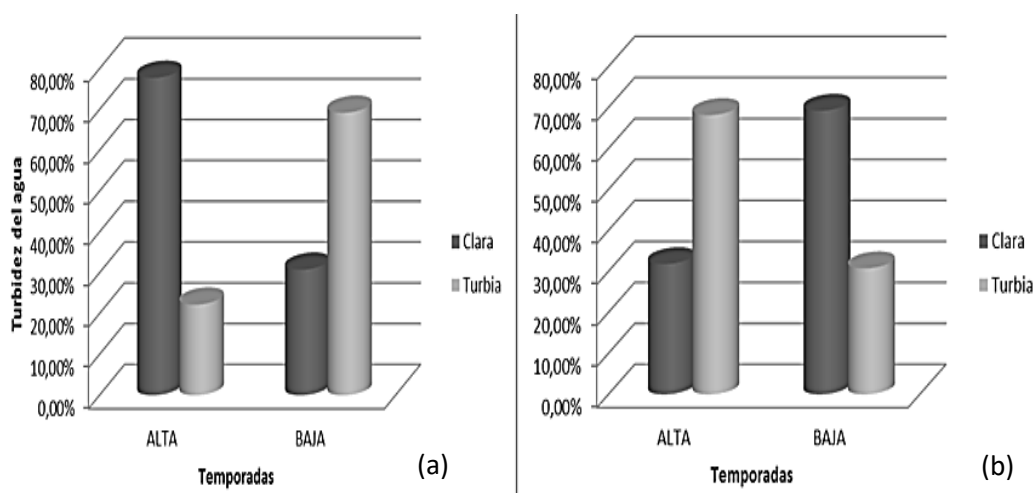


Figura 36. Distribución porcentual de la percepción de la turbidez del agua por las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

Durante la temporada de alta afluencia de bañistas en la Playa “Quizandal” el 55,86% de los encuestados manifestó no haber observado basura en las aguas, mientras que el 84,62% de los abordados con las encuestas indicaron la inexistencia de desechos sólidos en el cuerpo de agua durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 37a). Por otro lado, durante la temporada de alta afluencia de bañistas en la Playa “Huequito” el 50,00% de la población encuestada afirmó encontrarse con basura mientras nadaban, mientras que el 53,85% de los entrevistados afirmó haber observado materiales de desecho flotando en el agua durante la temporada de baja afluencia de bañistas (Figura 37b). Los resultados indican, que en la Playa “Quizandal” durante la temporada de alta concurrencia de turistas se genera más cantidad de basura, la recolección de la misma es insuficiente y las personas tienen poca conciencia por lo que la basura termina siendo arrojada a las aguas; durante la temporada de baja afluencia de bañistas la situación mejora, aunque los desechos que pudieron observarse pudo deberse a las subidas de las mareas que arrastran lo que se

encuentre sobre las orillas de la playa. En cuanto a la Playa “Huequito” los resultados evidencian la inexistencia de un plan de manejo de desechos sólidos, y que las aguas se encuentran más contaminadas durante la temporada de baja afluencia debido al arrastre por la marea de la basura acumulada a lo largo de la orilla, aunado también a las escorrentías producto de las lluvias días antes de la evaluación.

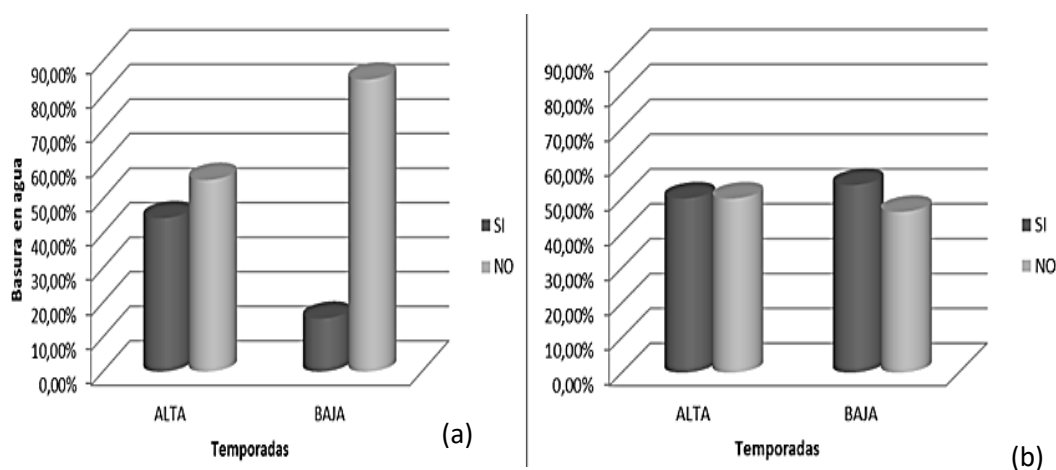


Figura 37. Distribución porcentual de la observación de basura presente en el agua de las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

De la basura encontrada en las aguas de la Playa “Quizandal” durante la temporada de alta afluencia de bañistas, el 44,44% de los encuestados afirmó que la naturaleza de esta era de vidrio, de plástico 16,67%, y de papel 11,11%. Sin embargo, el 100,00% de los encuestados durante la temporada de baja afluencia de bañistas indicaron que observaron material de plástico flotando en el cuerpo de agua (Figura 38a). En contraste, el 33,33% de los visitantes entrevistados durante la temporada de alta afluencia de bañistas en la Playa “Huequito” afirmaron que observaron material de vidrio y plástico, respectivamente. Mientras que los turistas que observaron material de papel alcanzaron el 25,00%; asimismo, durante la temporada de baja afluencia de bañistas el 78,00% de la población encuestada indicó que el material observado estaba hecho de plástico, y el 11,00% de vidrio y papel, respectivamente (Figura 38b). En consecuencia, puede apreciarse que el tipo de material de desecho más abundante en el cuerpo de agua de las dos playas evaluadas es el vidrio y el

plástico; materiales que constituyen los vasos, botellas, bolsas, platos, cucharillas, entre otros; que son empleados por los bañistas para tomar los refrigerios.

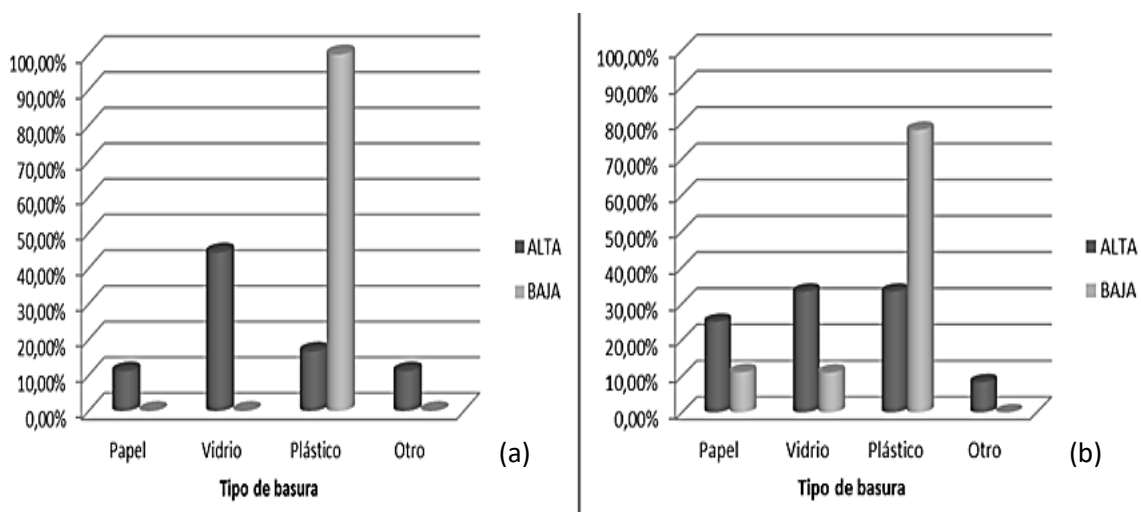


Figura 38. Distribución porcentual del tipo de basura observada en el agua de las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En cuanto a la compra de los alimentos ofertados el 55,56% y 76,92% de los visitantes encuestados en la Playa “Quizandal” indicaron que no consumen los alimentos que se expenden en la misma durante las temporadas de alta y baja afluencia de bañistas respectivamente (Figura 39a). Por su parte, en la Playa “Huequito” el 68,18% y 53,85% de los encuestados indicaron que no consumieron los alimentos expendidos en el lugar durante las temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente (Figura 39b). Dichos resultados pudieron obedecer a la desconfianza de la calidad sanitaria de los alimentos, al gusto gastronómico o al poder adquisitivo de los visitantes.

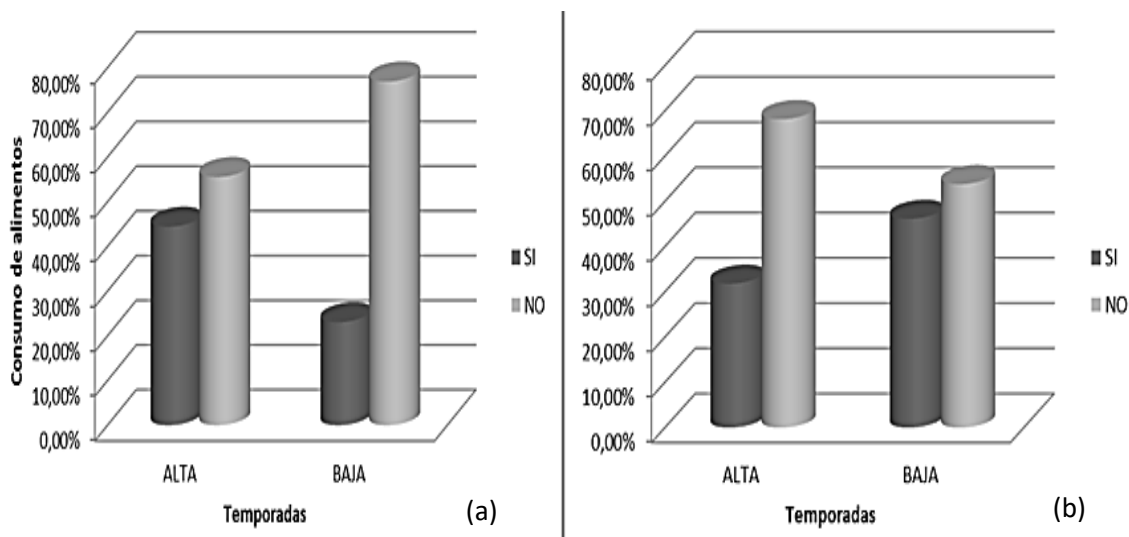


Figura 39. Distribución porcentual del consumo de alimentos vendidos en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En cuanto a las preferencias de preparación de los alimentos a consumir por parte de los turistas el 55,00% y 67,00% de los encuestados en la Playa “Quizandal” manifestó su preferencia por comerlos crudos durante las temporadas de alta y baja afluencia de bañistas respectivamente (Figura 40a). Por otro lado, en la Playa “Huequito” el 60,00% de los visitantes entrevistados durante la temporada de alta afluencia de bañistas afirmaron que les gusta consumir los alimentos cocidos, mientras que el 55,00% de los encuestados durante la temporada de baja afluencia de bañistas afirmó que prefieren consumirlos crudos (Figura 40b). Los resultados obtenidos pueden deberse a la tradición que existe en el país de comer alimentos crudos cuando se visitan las playas, sin embargo, esta preferencia puede no ser absoluta como ocurrió durante la temporada de alta concurrencia de bañistas en la Playa “Huequito” y la decisión final de consumirlos crudos también puede estar influida por las condiciones sanitarias que se observen al momento de realizar la compra de los alimentos.

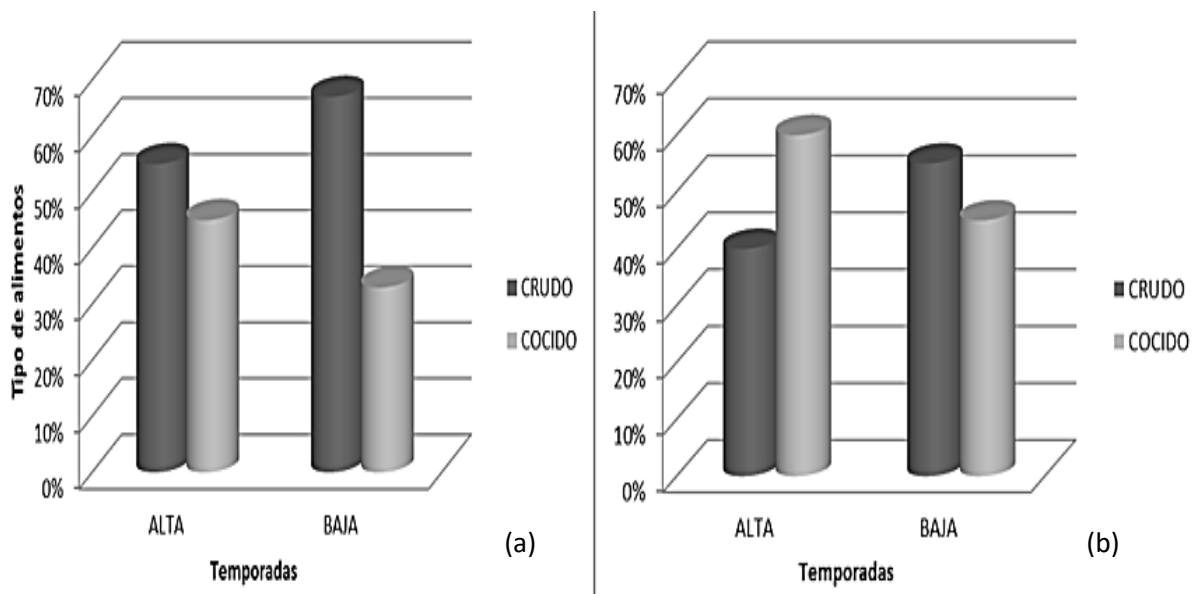


Figura 40. Distribución porcentual del tipo de alimentos consumidos en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) por las personas encuestadas durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En cuanto a la observación de fauna silvestre en los alrededores de las playas por los visitantes, el 77,78% de los encuestados en la Playa “Quizandal” durante la temporada de alta afluencia de bañistas indicó que no observaron ninguna especie, el 11,11% observó peces, y el 6,00% observó cangrejos y caracoles, respectivamente. En otro orden de ideas, el 53,85% de los entrevistados en durante la temporada de baja afluencia de bañistas manifestaron que no observaron fauna alguna, 30,77% indicaron que observaron cangrejos y 15,38% peces (Figura 41a). Con respecto a la Playa “Huequito”, el 59,09% de las personas encuestadas durante la temporada de alta afluencia de bañistas respondieron que no observaron animales silvestres en los alrededores, 32,00% observó cangrejos y 9,00% aves; asimismo, durante la temporada de baja afluencia de bañistas el 53,85% de las personas entrevistadas negó haber observado alguna especie de fauna silvestre, mientras el 15,38% afirmaron haber observado cangrejos, peces y aves, respectivamente (Figura 41b). Estos resultados indican que las actividades turísticas en ambas playas han impactado de manera negativa el ambiente costero y por tanto el valor escénico del mismo. Es posible que las aguas estén contaminadas con hidrocarburos por lo que la fauna acuática es reducida. Las aves de rapiña fueron las más observadas debido a la acumulación de basura

en los alrededores. Los caracoles habitan en las orillas de las playas por lo que el tránsito de visitantes y la acumulación de aceites en las arenas puede generar su eliminación.

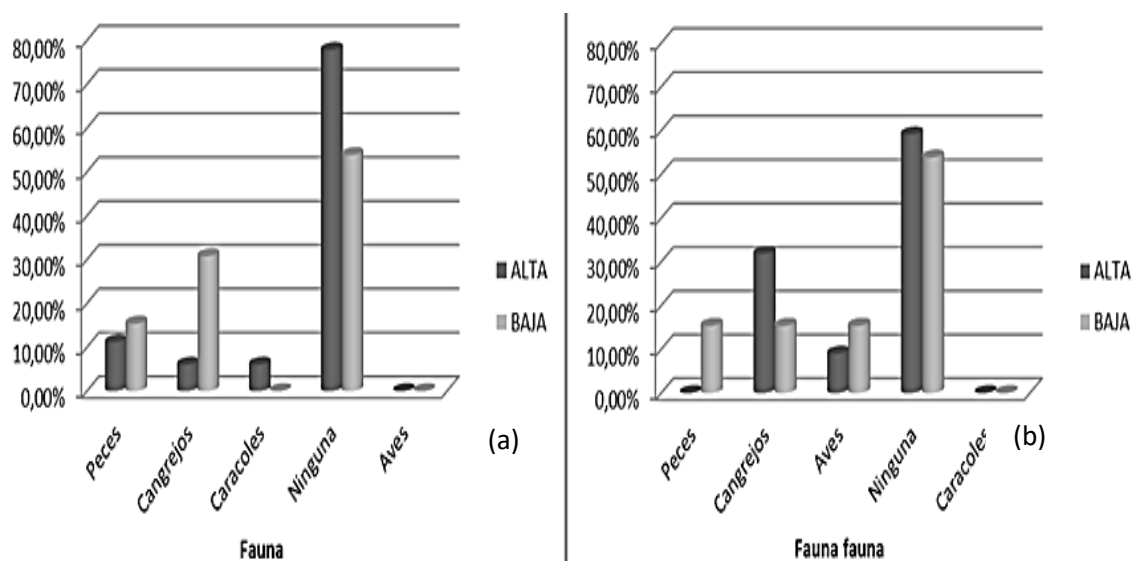


Figura 41. Distribución porcentual del tipo de la fauna observada por las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En cuanto a la observación por los visitantes de vehículos acuáticos en las playas, el 83,33% de las personas encuestadas en la Playa “Quizandal” afirmaron haber observado dichos objetos durante las temporadas de alta y baja afluencia de bañistas, respectivamente (Figura 42a). Por otra parte, el 63,64% de los visitantes entrevistados en la Playa “Huequito” durante la temporada de alta afluencia de bañistas observaron medios de transportes acuáticos, sin embargo durante la temporada de baja afluencia de bañistas el 61,54% de los encuestados manifestó no haber observado tales vehículos (Figura 42b). Desde la Playa “Quizandal” fue común observar el recorrido de vehículos acuáticos hacia las islas cercanas, mientras que en la Playa “Huequito” solamente durante la temporada de alta concurrencia de turistas algunas embarcaciones permanecieron ancladas tal vez realizando actividades pesqueras.

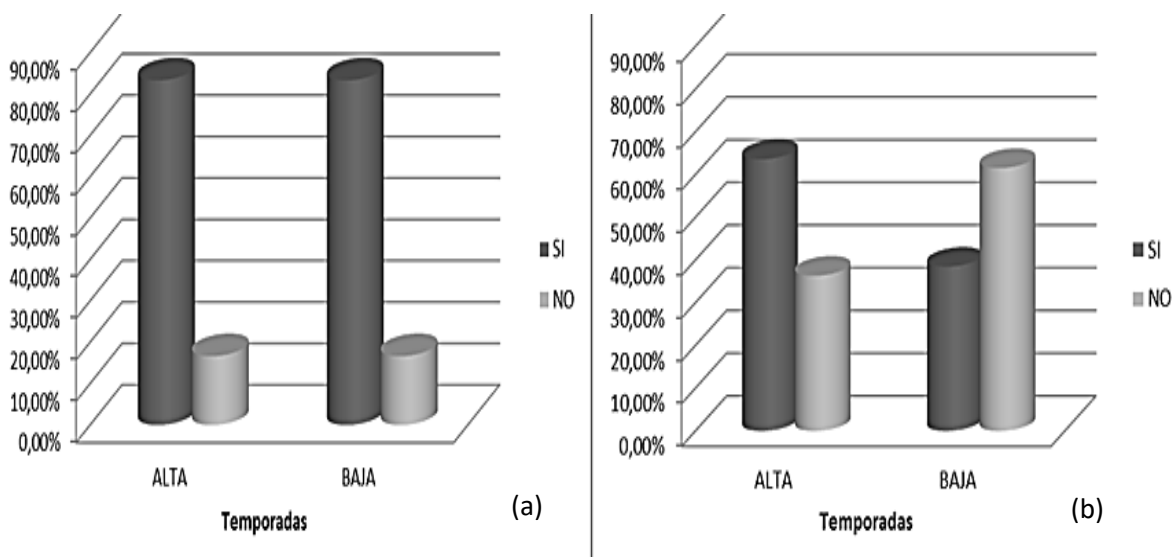


Figura 42. Distribución porcentual de vehículos acuáticos observados por las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

En cuanto a los tipos de vehículos observados en las Playas “Quizandal” y “Huequito” tanto en temporada de alta afluencia como de baja afluencia de bañistas, el 100,00% de los encuestados indicaron que sólo observaron lanchas navegando en los alrededores (Figura 43a y 43b). Dichas embarcaciones fueron las empleadas para trasladar a los turistas desde Playa “Quizandal” hasta Isla Larga y otros islotes circundantes, lo que generó la acumulación de envases de aceites para motor y manchas de aceite en las orillas de las playas.

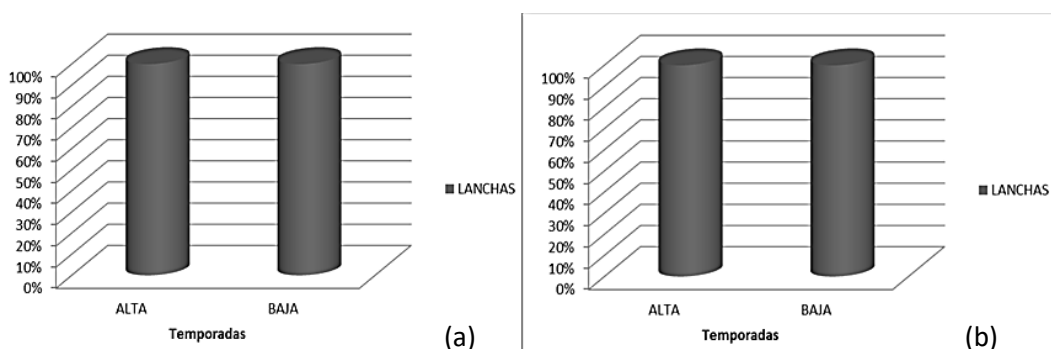


Figura 43. Distribución porcentual de los tipos de vehículos acuáticos observados por las personas encuestadas en las playas “Quizandal” (a) y “Huequito” (b) durante temporadas de alta y baja afluencia de bañistas.

j. Evaluación cualitativa de la calidad ambiental en las playas “Quizandal” y “Huequito”.

La evaluación del plan de manejo en la Playa “Quizandal” durante las temporadas estudiadas permitió determinar una calificación de 13 puntos, es decir, que la playa posee un plan de manejo regular. Entre las categorías más positivas destacaron la calidad de infraestructura y la calidad de servicios y seguridad (Tabla XVII). En cuanto a la calidad de infraestructura, pueden mencionarse atributos como: infraestructura de bajo impacto, presencia de caminerías, presencia de quioscos, y ausencia de canales de desagües; los quioscos y sanitarios fueron construidos a una distancia considerable de la orilla de la playa, por lo que las mareas altas no los alcanzan, a su vez estas edificaciones poseen espacios a sus alrededores para el desarrollo de áreas verdes. Las caminerías están presentes desde la entrada a la playa y desde allí se ramifican para llevar a los visitantes hacia los estacionamientos, quioscos, sanitarios, al muelle y a la orilla del mar. No se observaron canales de desagües al mar, es posible que las áreas cuenten con pozos sépticos. Con respecto a la calidad de servicios y seguridad, resultaron como atributos positivos la presencia de regaderas, presencia de sanitarios, existencia de estacionamientos, la aplicación de un programa de limpieza y la presencia de señales en los alrededores. Se apreció a los encargados del mantenimiento y aseo de las áreas de realizar sus labores, todos los residuos sólidos arrojados en el suelo fueron recolectados en bolsas, asimismo una cantidad considerable de contenedores de basura estuvieron dispuestos en todas las áreas. El estacionamiento posee un amplio tamaño, limpio, demarcado y rodeado de palmeras. Las regaderas estuvieron funcionales y los sanitarios separados para cada sexo. La señalización indicaba la ubicación de los servicios ofrecidos. No obstante, se determinaron aspectos negativos y que son críticos para la calidad ambiental del espacio costero. Entre ellos destacan la calidad del agua de mar, calidad de las arenas, calidad de la biodiversidad, y calidad de la educación ambiental. En lo concerniente a la calidad del agua, fue afectada negativamente por la presencia de aceites proveniente de los derrames de las embarcaciones usadas para el transporte de los turistas. En otro orden de ideas, la calidad de la arena es precaria debido a la presencia de manchas de aceite, materia fecal de perros, vidrio, botellas de plástico, latas, vasos, pañales, entre otros. La calidad de la biodiversidad es baja como consecuencia de la inexistencia de señalización invitando a su

protección, mientras que en la orilla de la playa fue encontrado pasto marino muerto. La calidad de la educación ambiental es casi extinta, hubo poca señalización para preservar el ambiente costero otras ausentes tales como prohibido arrojar basura y cuidado de aves marinas, inexistencia de información acerca de la calidad del agua y de indicaciones para el manejo de los residuos sólidos. En la Figura 43 puede observarse algunos aspectos tanto positivos (caminerías, sanitarios, estacionamientos y recolección de desechos sólidos) como negativos (basura, manchas de aceite, heces de mascotas, pañales y pasto marino en la arena) del plan de manejo. Para que una playa pueda asegurar y mantener la calidad ambiental la directiva de la misma debe seguir a cabalidad una serie de directrices entre las que se mencionan algunas: identificar los indicadores de calidad de agua aplicables, respecto a los niveles de contaminación orgánica y condición sanitaria, controlar la calidad del agua a través de análisis realizados por organismos habilitados a tal fin, durante la temporada de baños y de forma periódica, en el lugar y momento más desfavorables, comunicar de manera fehaciente a los usuarios sobre el resultado de los análisis, en el caso en que las condiciones sanitarias del agua, de acuerdo a la normativa vigente, resulten inadecuadas para el baño; establecer, implementar y controlar un sistema propio de recolección, depósito y disposición de residuos sólidos en el ámbito del balneario y hasta el borde del cuerpo del agua, diseñar e implementar un sistema específico para la disposición de colillas de cigarrillos, pañales y otros residuos que requieran un tratamiento especial; establecer, implementar y controlar un plan propio de cuidado y mantenimiento de la flora, fauna y paisaje nativo pre-existentes; en los balnearios consolidados, donde predominan las estructuras fijas e irremovibles, se debería elaborar un plan de obras para redistribuir las áreas de uso, sustituir al llegar al período de obsolescencia los materiales no reciclables por materiales reciclables y suprimir la generación de productos efectiva o potencialmente contaminantes; disponer la provisión a los usuarios de servicios de comunicación telefónica, primeros auxilios y disposición de residuos, con operatividad asegurada durante toda la temporada alta; proveer sanitarios públicos, limpios, gratuitos y de libre acceso durante la temporada alta; y elaborar planes de acción conjuntos y coordinados entre el personal propio implicado en la seguridad del balneario y las fuerzas de seguridad regulares (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2005).

Tabla XVII. Evaluación del plan de manejo en la Playa “Quizandal”.

Ámbito	Especificaciones	Puntuación
Calidad del agua de mar	Grasas, aceites o residuos derivados del petróleo	0
	Espuma	1
Calidad de arenas	Presencia de material fecal: perro, caballo y humano	0
	Presencia de basura: latas, bolsas, vasos, botellas	0
	Pintura, explosivos, jeringas	0
	Vidrios, navajas, hojillas	0
	Manchas de aceite, grasa, petróleo.	0
Calidad de infraestructura	Canales de desagüe	1
	Infraestructura de bajo impacto	1
	Senderos	1
	Presencia de casas	0
	Presencia de quioscos	1
Calidad de Biodiversidad	Señalización para proteger la fauna	0
	Algas muertas, pastos marinos, corales	0
	Comité de vigilancia	1
Calidad de Seguridad y servicios	Presencia de sanitarios	1
	Presencia de regaderas	1
	Existencia de un programa integral de residuos sólidos	1
	Limpieza	1
	Estacionamientos	1
	Mapas sobre características de la playa	0
	Señalización accesible	1
	Acceso para discapacitados	0
Calidad de Educación ambiental	Señalización de prohibido arrojar basura	0
	Señalización sobre el cuidado de aves marinas	0
	Señalización sobre la calidad del agua del mar	0
	Señalización sobre el manejo de residuos	0
	Señalización prohibido acampar	1
	Señalización sobre las restricciones del uso de la playa	0
Total = 13		

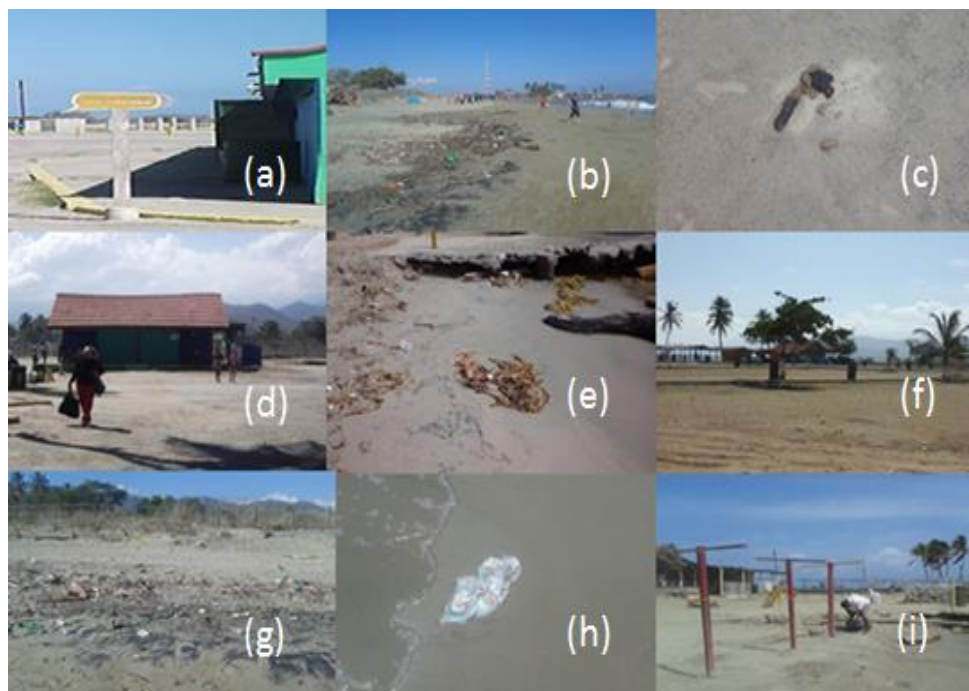


Figura 44. Registro fotográfico de los aspectos evaluados en el plan de manejo de la Playa “Quizandal”. (a) Caminerías y señalización. (b) Acumulación de basura. (c) Materia fecal. (d) Sanitarios. (e) Pastos marinos sobre la arena, (f) Estacionamientos. (g) Manchas de grasas y/o aceites. (h) Pañal en la arena. (i) Recolección de basura por el personal de mantenimiento.

La evaluación del plan de manejo aplicado en la Playa “Huequito” en las temporadas evaluadas cuantificó un total de 4 puntos lo cual indica que el plan de manejo es deficiente (Tabla XVIII). De las cinco categorías evaluadas, tres presentaron al menos un atributo positivo. En cuanto a la calidad del agua, la presencia de la espuma en su superficie debido al oleaje evidencia la alcalinidad de la misma así como la presencia de sustancias orgánicas disueltas. La calidad de la infraestructura, tuvo un valor positivo debido a la ausencia de desagües hacia al mar. La calidad de la seguridad y servicios tuvo como atributos positivos la existencia de sanitarios y de un estacionamiento (improvisado). Entre los factores que deterioraron la calidad ambiental de la playa se mencionan: la presencia de aceites en el agua, la presencia de materia fecal, manchas de aceite, bolsas, enseres de plástico, latas, vidrios, pañales, pasto marino muerto y animales marinos en estado de descomposición en la arena. Las edificaciones con alto grado de deterioro opacaban la estética del lugar, la presencia de casas aumentaban el riesgo de contaminación en la playa, la falta de regaderas, la ausencia de quioscos disminuía el atractivo para el disfrute de la playa debido a la falta

de servicios, inexistencia de señalizaciones y plan de limpieza de las áreas. Con respecto a la calidad de la educación ambiental la playa carece de señalizaciones que incentiven a preservar los espacios, proteger la fauna, informar a los turistas de la calidad del agua y de normativas para el adecuado disfrute y convivencia en el lugar. En la Figura 44 se observan algunos aspectos negativos tales como: heces fecales de perro, animales en estado de descomposición, presencia de mascotas, deterioro de edificaciones, improvisación de sanitarios, entre otros. En México se aplicó una evaluación a las playas recreativas indicando que los aspectos de máxima puntuación favorable fueron: playas con buen acceso, estacionamientos con espacios marcados y reservados para personas con discapacidad, capacidad de carga, sanitarios limpios, funcionales y con depósitos de basura, contenedores de desechos sólidos accesibles a los usuarios y recolectados de manera continua, personal de salvamento acuático especialmente durante las temporadas de mayor afluencia de personas, personal de vigilancia, equipamiento deportivo y recreativo tanto en el espacio terrestre como en el acuático, ausencia de renta de animales domésticos, comercio ambulante, ausencia de vehículos motorizados, ausencia de edificios sobre la playa, presencia de amenidades (sillas, toldos, sombrillas, regaderas, y áreas recreativas terrestres), información pública accesible entre los que destacan números de emergencia, áreas naturales sensibles, aspectos particulares de la playa, entre otros; forma de la playa (diferenciación del lugar), tamaño del grano (fino), poca profundidad del agua, temperatura del agua confortable, ausencia de turbidez, oleajes moderados, ausencia de corrientes de retorno, ausencia de algas, ausencia de animales peligrosos, ausencia de residuos sólidos, ausencia de residuos peligrosos, ausencia de descargas de aguas residuales y concentración de enterococos en las aguas de baño <70 NMP/100mL (Popoca, 2015).

Tabla XVIII. Evaluación de plan de manejo en la Playa “Huequito”.

Ámbito	Especificaciones	Puntuación
Calidad del agua de mar	Grasas, aceites o residuos derivados del petróleo	0
	Espuma	1
Calidad de arenas	Presencia de material fecal: perro, caballo y humano	0
	Presencia de basura: latas, bolsas, vasos, botellas	0
	Pintura, explosivos, jeringas	0
	Vidrios, navajas, hojillas	0
	Manchas de aceite, grasa, petróleo.	0
Calidad de infraestructura	Canales de desagüe	1
	Infraestructura de bajo impacto	0
	Senderos	0
	Presencia de casas	0
	Presencia de quioscos	0
Calidad de Biodiversidad	Señalización para proteger la fauna	0
	Algas muertas, pastos marinos, corales	0
	Comité de vigilancia	0
Calidad de Seguridad y servicios	Presencia de sanitarios	1
	Presencia de regaderas	0
	Existencia de un programa integral de residuos sólidos	0
	Limpieza	0
	Estacionamientos	1
	Mapas sobre características de la playa	0
	Señalización accesible	0
	Acceso para discapacitados	0
Calidad de Educación ambiental	Señalización de prohibido arrojar basura	0
	Señalización sobre el cuidado de aves marinas	0
	Señalización sobre la calidad del agua del mar	0
	Señalización sobre el manejo de residuos	0
	Señalización prohibido acampar	0
	Señalización sobre las restricciones del uso de la playa	0
Total = 4		



Figura 45. Registro fotográfico de los aspectos evaluados en el plan de manejo de la Playa “Huequito”. (a) Ave en avanzado estado de descomposición. (b) Envase de aceite lubricante. (c) Materia fecal. (d) Quioscos en estado de deterioro. (e) Coral y restos de pasto marino sobre la arena. (f) Sanitarios improvisados. (g) Pez muerto. (h) Manchas de aceites y/o grasas. (i) Quioscos de venta de comida.

8. Conclusiones

8.1 La densidad de coliformes totales y coliformes fecales en el agua de la Playa “Quizandal” incrementaron durante la temporada de alta afluencia de bañistas. La persistencia de contaminación bacteriana en el agua de la Playa “Quizandal” posiblemente obedezca a focos de contaminación tanto puntuales como no puntuales.

8.2 La concentración de coliformes totales resultaron más altas durante la temporada de alta afluencia de bañistas en la Playa “Huequito”. La contaminación bacteriana en la Playa “Huequito” está estrechamente relacionada con fuentes no puntuales tales como bañistas, presencia de mascotas, y presencia de animales silvestres.

8.3 La densidad de coliformes fecales en el agua de la Playa “Huequito” durante las temporadas evaluadas resultó nula.

- 8.4 Las aguas de la Playa “Quizandal” en las temporadas estudiadas no cumplieron con lo establecido en las leyes de la República Bolivariana de Venezuela.
- 8.5 Las aguas de la Playa “Huequito” durante la temporada de alta afluencia de bañistas no cumplió con lo establecido en la legislación venezolana.
- 8.6 En la arena de la Playa “Quizandal” los coliformes totales fueron más abundantes durante la temporada de baja afluencia de bañistas mientras que los coliformes fecales mantuvieron iguales proporciones durante ambas temporadas.
- 8.7 La contaminación en la arena por coliformes totales y coliformes fecales resultó más abundante durante la temporada de alta afluencia de bañistas en la Playa “Huequito”.
- 8.8 Las variables fisicoquímicas determinadas en las playas “Quizandal” y “Huequito” son propicias para el desarrollo de bacterias del grupo coliformes.
- 8.9 Los valores de pH determinados en el agua de ambas playas durante las temporadas evaluadas cumplen con la legislación venezolana.
- 8.10 La calidad ambiental de las playas “Quizandal” y “Huequito” se deterioran con la afluencia de bañistas.
- 8.11 La calidad ambiental de las playas “Quizandal” y “Huequito” están deterioradas.

9. REFERENCIAS

- Acuña, A., Torres, C., Pucci, G. & Pucci, O. (2011). Evaluación del tiempo de vida de bacterias potencialmente patógenas en sedimentos marinos. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. 31: 124-129.
- APHA. (1998). Standard methods for examination of water and wastewater. 20th edition. American Public Health Association. Washington, USA.
- Arcos, M., Ávila, S., Estupiñán, S. & Gómez, A. (2005). Indicadores microbiológicos de las fuentes de agua. *Nova Publicación Científica*. 3(4): 1794-2470.
- Arellano, P. & Espejel, I. (2009). Propuesta de una metodología para evaluar playas recreativas con destino turístico. Universidad Autónoma de Baja California. Baja California, México. 119 pp.
- Botero, C., Pereira, C. & Cervantes, O. (2013). Estudios de la calidad ambiental de playas de Latinoamérica: revisión de los principales parámetros y metodologías utilizadas. *Investigación Ambiental*. 5[2]: 1-11.
- Botero, C., Pereira, C., Tosić, M. & Manjarrez, G. (2014). Design of an index for monitoring the environmental quality of tourist beaches from a holistic approach. *Ocean & Coastal Management*. 30: 1-9.
- Castillo, R., Martínez, Z., Rodríguez, T., Taheri, C., Gómez, C., García, D. & Lozano, R., (2004). El semáforo playero en el estado Vargas. FUDENA, MARN-DEA. Vargas, República Bolivariana de Venezuela. 109 pp.
- Ceballos, C. (2003). Estado de las playas en Colombia. Instituto de Estudios Ambientales Marino Costeros de Colombia. Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos-BEM. Colombia. 127 pp.
- Cingolani, A., Barberá, I., Renison, D. & Barri, F. (2015). Conservación de un área protegida con uso recreativo: ¿Se puede lograr que los visitantes dejen menos basura?. *Ecología Austral*. 25: 46-53.
- Condé, C., Pogreba, K., Verhougstraete, M., Zanolli, M., Bruni, A., Wade, T. & Eisenberg, J. (2015). Are fecal indicator bacteria appropriate measures of recreational water risks in the tropics: A cohort study of beach goers in Brazil?. *Water Research*. 87: 59-68.
- Cortés, M. (2003). Importancia de los coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. *Rev Biomed*. 14: 121-123.

Cortéz, J., Ruiz, Y., Medina, L. & Valbuena, O. (2013). Efecto de medios de cultivo preparados con agua de mar sobre indicadores sanitarios en aguas marinas de balnearios de Chichiriviche, estado Falcón, Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. 33: 122-128.

Davies, B. (1974). Loss- on ignition as an estimate of soil organic matter. *Soil Sci. Proc.* 38(1):150.

Departamento de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. (2003). Técnica del Número Más Probable. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Analisis_Agua_NMP_22309.pdf Consultada online: 18/03/2015, 8:05 pm.

Edge, T., Hill, S., Stinson, G., Seto, P. & Marsalek, J. (2007). Tracking sources of microbial pollution in recreational waters: experiences from two Toronto beaches. *Novatech*. 8(3): 1643-1656.

Fundación para la Educación Ambiental. (2014). Guía de interpretación de los criterios bandera azul para playas. Disponible en: http://www.adeac.es/sites/default/files/archivos/Guia%20de%20interpretacion%20playas%202015_0.pdf Consultada online: 24/02/2015, 7:23 pm.

Figuroa, B. (2007). Contaminación de origen fecal en el corredor costero Barra de Tonameca-Bahía de Puerto Ángel-La Mina, Oaxaca, México. Universidad del Mar. Oaxaca, México. 14 pp.

Flores, M.A., Flores, M. & Ríos, M. (2011). Calidad Bacteriológica de las playas de la bahía de Acapulco, Guerrero. Universidad de Colima, Universidad Autónoma Metropolitana y Centro de Estudios Tecnológicos de Mar. Acapulco, México. 80: 5-11.

Gaceta Oficial Extraordinaria: 5.021. (1995). Decreto N° 883. Despacho de la Presidencia de la República de Venezuela. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 32 pp.

Gaceta Oficial Extraordinaria N°5.833. (2006). Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica del Ambiente. Despacho de la Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 29 pp.

Gaceta Oficial N°6.079. (2012). Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica de Turismo. Despacho de la Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 43 pp.

Gaceta Oficial N°36.860. (1999). Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 26 pp.

Gaceta Oficial N°37.319. (2001). Decreto con Fuerza de Ley de Zonas Costeras. Despacho de la Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 16 pp.

Gaceta Oficial N°38.595. (2007). Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley de Aguas. Despacho de la Presidencia de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 21 pp.

Gaceta Oficial N°39.913. (2012). Ley Penal del Ambiente. Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 25 pp.

González, M., Torres, T. & Chiroles, R. (2003). Calidad microbiológica de aguas costeras en climas tropicales. *Medio ambiente y desarrollo*. 4: 1-8.

Hammer, T. & Harper, D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electrónica*. 4(1): 9.

Herrera, A. & Suárez, P. (2005). Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera. *Interciencia*. 30(3): 171-176.

Hurtado, Y., Botero, C. & Herrera, C. (2009). Selección y propuesta de parámetros para la determinación de la calidad ambiental en playas turísticas del Caribe Colombiano. *Ciencia en su PC*. 4: 42-53.

IBM, Analytics. (2011). IBM SPSS Statistics. Version 20.

Instituto Nacional de Estadística. (2014). XIV censo nacional de población y vivienda: resultados por Entidad Federal y municipio del estado Carabobo. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 72 pp.

Iriarte, M. (1999). Indicadores bacterianos en las aguas y el guacuco (Trivela mactroides) de la Ensenada La Guardia, Isla de Margarita, Venezuela. Memoria. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Tomo LIX, número 151. 10 pp.

Kim, H., Oh, M., Youm, M., Kim, J. & Kim, I. (2013). Monitoring of faecal indicator bacteria at the recreational beaches of South Korea. *Journal of Coastal Research*. 65: 76-80.

López, L., Paredes, A., Alcaraz, N. & Gilabert, J. (2012). Análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos en las aguas costeras de la región de Murcia. III Jornadas de Investigación de la UPCT. Universidad Politécnica de Cartagena. Murcia, España. 4 pp.

Martínez, G., Julián, C., Senior, W., Marquéz, A. & González, A. (2012a). Caracterización ambiental de la ensenada de Playa Grande, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 51(2): 193-206.

Martínez, R., Villalobos, L. & Castillo, L. (2015b). *Escherichia coli* diarrogénicas procedentes de aguas marinas recreacionales caracterizadas por reacción en cadena de la polimerasa. *Revista Científica FCV-LUZ*. 25(3): 248-254.

Mejía, E. (2008). Contaminación en playas causales y soluciones. Comisión Nacional del Agua. México D.F, México. 4 pp.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2007). Manual de dunas costeras disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/costas/publicaciones/cap02_procesos_fisicos_tcm7-198450.pdf Consultada online: 19/02/2015, 8:07 pm.

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. (2013). Plan de ordenación y gestión integrada de las zonas costeras de Venezuela, resumen Ejecutivo. Despacho del Viceministro de Ordenación y Administración Ambiental – Dirección General de Planificación y Ordenación Ambiental – Dirección Técnica de las Zonas Costeras. Caracas, Venezuela. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 23 pp.

Ministerio de Salud del Perú. (2011). Guía técnica “Procedimiento de Toma de Muestra de Agua de Mar en Playas de Baño y Recreación”. Dirección General de Salud Ambiental-Lima. Ministerio de Salud. Lima, Perú. 15 pp.

Moreno, P. & Warner, B. (2009). Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable N°1. RAMSAR, Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife, US State Department. Xalapa, Ver. México. 406 pp.

Olanczuk-Neyman, K & Jankowska, K. (2001). Bacteriological quality of the sand beach in Sopot (Gdansk Bay, Southern Baltic). *Polish Journal of Environmental Studies*. 10(6): 451-455.

Orozco, M., Segovia, J., Delgadillo, F & Muñoz, A. (1994). Estudio bacteriológico de agua de mar para el cultivo de moluscos bivalvos en Baja California. *Ciencias Marinas*. 20(2): 183-198.

Ortiz, I. & Galicia, M. (2013). Calidad bacteriológica de la arena de mar. *Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México*. 6(129): 1.

Oviedo, H & Campos, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente del alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*. 34(4): 84-87.

Páez, C. (2009). Determinación de coliformes fecales y totales en expendio de alimentos en establecimientos formales en el macrodistrito centro de la Ciudad de La Paz de septiembre a diciembre de 2007. Tesina elaborada para optar al Título de la Licenciatura en Bioquímica. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 76 pp.

Pérez, J., Zamora, A., Folabella, A., Isla, F. & Escalante, A. (2006). Situación sanitaria de la zona balnearia de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. *Trabajo presentado en el 1^{er} Congreso Internacional sobre Gestión y Manejo Integral del Agua*. 7 pp.

Popoca, E. (2015). Propuesta de una metodología para evaluar las playas recreativas con destino turístico. *Manejo, Gestión y Certificación de Playas*. 119-130 pp.

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 biol. Colomb.* 13(3): 87-98.

Rodríguez, N. (2012). Análisis discriminante de patrones de resistencia a antibióticos en *Escherichia coli* como indicador de contaminación fecal en zonas costeras del Estado Nueva Esparta. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister Scientiarum en Biología Aplicada, Mención: Microbiología Aplicada. Sucre, Venezuela. 73 pp.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2005). Playas y balnearios de calidad: gestión turística y ambiental, directrices y guías de autoevaluación. Secretaría de Turismo. República de Argentina. 65 pp.

Sheridan, H. (2015). Beach monitoring and forecasting technologies. U.S Geological Survey. Disponible en: http://www.usgs.gov/solutions/docs/Beaches_USGS_factsh.pdf Consultada online: 03/03/2015.

Silva, N. (2011). Estudio comparativo de agua de mar en las playas de Acapulco. Tesis para obtener el grado de Maestría en Tecnología Avanzada ante el Instituto Politécnico Nacional. Querétaro, México. 88 pp.

Skórczewski, P., Zbigniew, M., Gackowska, J. & Perlinski., P. (2012). Abundance and distribution of fecal indicator bacteria in recreational beach in the southern Baltic Sea. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 47(3): 503-512.

Sociedad Educacional de Desarrollo Marítimo Ltda. Oceanografía Marina. (2015). Disponible en: <http://www.desarrollomaritimo.cl/docum/oceanografiamarina.pdf> Consultada online: 24/03/2015, 8:32 pm.

Solo-Gabriele, H., Harwood, V., Kay, D., Fujioka, R., Sadowsky, M., Whitman, R., Wither, A., Canica, M., Carvalho R., Duarte, A., Edge, T., Gargaté, M., Gunde-Cimerman, N., Hagen, F., McLellan, S., Nogueira, A., Novak, M., Prada, S., Rodrigues, R., Romao, D., Sabino, R., Samson, R., Segal, E., Staley, C., Taylor, H., Veríssimo, C., Viegas, C., Barroso, H & Brandao, J. (2015). Beach sand and the potencial for infectious disease transmission: observations and recommendations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 1: 20.

Trujillo, G. & Guerrero, A. (2015). Caracterización físico-química y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*. 35(1): 23-33.

Universidad Nacional Autónoma de Honduras. (2015). Disponible en: http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/CD_Agua/pdf/spa/doc14617/doc14617-5.pdf
Consultada online: 23/02/2015, 7:41 pm.

Velonakis, E., Dimitriadi, D., Papadogiannakis, E. & Vatopoulos, A. (2014). Present status of effect of microorganisms from sand beach on public health. *Journal of Coastal Life Medicine*. 2(9): 746-756.

Wentworth, C. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*. 30(5): 377-392.

Whitman, R., Hardwood, V., Edge, T., Byappanahalli, M., Vijayavel, K., Brandao, J., Sadowsky, M., Alm, E., Crowe, A., Ferguson, D., Zhongfu, G., Halliday, E., Kinzelman, G., Kleinheinz, G., Przybyla-Kelly, K., Staley, C., Staley & Solo-Gabriele, H. (2014). Microbes in beach sands: integrating environment, ecology and public health. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*. 13: 329-268.

Zhan, Q., He, X. & Tao, Y. (2015). Impact of indigenous microbiota of subtidal sand on fecal indicator bacteria decay in beach systems: a microscop study. *Environmental Science Water Research & Technology*. 1: 306-315.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de percepción de los bañistas acerca de la calidad ambiental de las playas turísticas.

<p>1. Sexo Femenino __ Masculino __</p> <p>2. Edad __</p> <p>3. Ocupación __</p> <p>4. Frecuencia de visitas al año</p> <p>a) 1 vez b) 2 veces c) 3 veces d) Más de 3 veces</p> <p>5. Estado civil _</p> <p>6. Número de visitantes</p> <p>a. 1 persona b. 2-4 personas c. 5-7 personas d. Más de 7 personas</p> <p>7. ¿Con quién realiza la visita?</p> <p>a. Solo b. Grupo de estudio c. Familia d. Amigos e. Mascotas f. Pareja</p> <p>8. ¿Es Primera vez que visita la playa? Sí No</p> <p>9. Tiempo de permanen-</p>	<p>cia en la playa</p> <p>a) 5 horas b) 8 horas c) 12 horas</p> <p>10. Medio de transporte usado para llegar</p> <p>a. Bus b. Vehículo propio c. Tour organizado</p> <p>11. ¿Qué hace con su basura?</p> <p>a. Se la lleva b. La deposita en contenedores c. La entierra d. La deja en el lugar</p> <p>12. El acceso a la playa es:</p> <p>a. Fácil b. Complicado c. No sabe</p> <p>13. Los servicios públicos son:</p> <p>a. Adecuados b. Inadecuados c. Inexistentes</p> <p>14. ¿Le gusta la arena de esta playa?</p>	<p>Sí No</p> <p>15. ¿Considera esta playa segura?</p> <p>Sí No</p> <p>16. La temperatura del agua le parece:</p> <p>a. Fría b. Agradable</p> <p>17. ¿Cómo ve esta playa?:</p> <p>a. Limpia b. Sucia</p> <p>18. ¿Percibe olores desagradables?:</p> <p>Sí No</p> <p>19. ¿Ve mascotas en la playa?:</p> <p>Sí No</p> <p>20. ¿Cómo ve el agua de la playa?</p> <p>a. Clara b. Turbia</p> <p>21. ¿Ha encontrado basura en el agua?</p> <p>Sí No</p>	<p>22. ¿Qué tipo de basura?</p> <p>Vidrio Papel Plástico Otro</p> <p>23. ¿Consume alimentos preparados en la playa?</p> <p>Sí No</p> <p>24. ¿Qué tipo de alimento consume?</p> <p>a. Cocido b. Crudo</p> <p>25. ¿Ve animales silvestres en la playa?</p> <p>a. Peces b. Caracoles c. Tortugas d. Otro</p> <p>26. ¿Ha observado embarcaciones en la playa?</p> <p>Sí No</p> <p>27. ¿Qué tipo de embarcaciones?</p> <p>a. Buques b. Lanchas c. Botes d. Motos de agua</p>
--	---	--	---

Anexo 2. Evaluación de la calidad ambiental de las playas turísticas.

Ámbito	Especificaciones	Puntuación
Calidad del agua de mar	Grasas, aceites o residuos derivados del petróleo	
	Espuma	
Calidad de arenas	Presencia de material fecal: perro, caballo y humano	
	Presencia de basura: latas, bolsas, vasos, botellas	
	Pintura, explosivos, jeringas	
	Vidrios, navajas, hojillas	
	Manchas de aceite, grasa, petróleo.	
Calidad de infraestructura	Canales de desagüe	
	Infraestructura de bajo impacto	
	Senderos	
	Presencia de casas	
	Presencia de quioscos	
Calidad de Biodiversidad	Señalización para proteger la fauna	
	Algas muertas, pastos marinos, corales	
	Comité de vigilancia	
Calidad de Seguridad y servicios	Presencia de sanitarios	
	Presencia de regaderas	
	Existencia de un programa integral de residuos sólidos	
	Limpieza	
	Estacionamientos	
	Mapas sobre características de la playa	
	Señalización accesible	
	Acceso para discapacitados	
Calidad de Educación ambiental	Señalización de prohibido arrojar basura	
	Señalización sobre el cuidado de aves marinas	
	Señalización sobre la calidad del agua del mar	
	Señalización sobre el manejo de residuos	
	Señalización prohibido acampar	
	Señalización sobre las restricciones del uso de la playa	

Anexo 3. Número Más Probable (NMP) y Límite de Confianza 95%, en pruebas con tubo de fermentación cuando son utilizados tres tubos con volúmenes de 0,1; 0,01; y 0,001 g^a.

No. de tubos positivos /3 tubos			NMP/g ^b	Límite de Confianza 95 %	
0.1 g	0.01 g	0.001 g		Inferior	Superior
0	0	0	< 3	-	-
0	1	0	3+	<1	17
1	0	0	4	<1	21
1	0	1	7+	2	27
1	1	0	7	2	28
1	2	0	11+	4	35
2	0	0	9	2	38
2	0	1	14 +	5	48
2	1	0	15	5	50
2	1	1	20+	7	60
2	2	0	21	8	62
3	0	0	23	9	130
3	0	1	39	10	180
3	1	0	43	10	210
3	1	1	75	20	280
3	2	0	93	30	380
3	2	1	150	50	500
3	2	2	210+	80	640
3	3	0	240	90	1.400
3	3	1	460	100	2.400
3	3	2	1.100	300	4.800
3	3	3	>1100	-	-

a = Los resultados normales obtenidos en el 95 % de las pruebas, no se les coloca el signo mas. Los resultados menos probables obtenidos en el 4 %, de las pruebas son seguidos por el signo mas. Las combinaciones de tubos positivos que no se muestran, ocurren en menos del 1 % de los ensayos, y la frecuencia indica que la técnica es defectuosa o la presunción fundamental en el cálculo de NMP no se está cumpliendo. El cálculo de NMP, para combinaciones que no se muestran se pueden obtener por extrapolación (o por la fórmula de Thomas) o la combinación cercana más alta que este representado en la tabla. Por ejemplo, un resultado de 2,0,2 tendría un NMP de aproximadamente 20, el cual es el NMP parecido al resultado de 2,1,1.

b = Todas las cifras bajo el título "NMP/g", pueden ser multiplicado por 100 para obtener "NMP/100g".

Fuente: Standard Methods, (APHA, 1998).

