

Calidad bacteriológica y fisicoquímica de aguas y sedimentos de cuatro playas de las costas del estado Nueva Esparta

Pedro J. López G.¹, Siulmary Salazar G.², Yudí Figueroa², Juan López C.¹
y José L. Fuentes Z.^{1,*}

¹Centro Regional de Investigaciones Ambientales, Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta.

²Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, UDO Sucre.

Recibido: 02-06-08 Aceptado 30-10-09

Resumen

Se evaluó la calidad bacteriológica y fisicoquímica de aguas y sedimentos de cuatro playas del estado Nueva Esparta (El Agua, Guacuco, El Yaque y Parguito), mensualmente, durante el periodo julio 2003-abril 2004. Los parámetros fisicoquímicos *in situ* fueron medidos con una sonda multiparamétrica YSI 600R y, aquellos determinados en el laboratorio, se realizaron de acuerdo a las técnicas descritas en el APHA (1998). En todas las playas se detectaron coliformes totales (CT), aunque, los valores siempre estuvieron por debajo del límite permitido por la norma venezolana. El recuento de coliformes fecales (CF) reveló densidades relativamente bajas, encontrándose sólo en algunas estaciones de las playas El Agua y Guacuco; con algunas densidades que sobrepasaron la cifra permitida por la norma. El número de CT y CF en el sedimento fue menor a los registrados en el agua. Se comprobó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los recuentos de CT en relación a los meses de muestreos. La concentración de oxígeno disuelto estuvo por encima de los 5 mg/L en todas las playas estudiadas, excepto playa El Yaque. Los valores de pH para las cuatro playas se encontraron dentro del margen establecido (6,5-8,5), excepto en octubre y noviembre donde excedieron el máximo permitido.

Palabras clave: aguas recreacionales, coliformes, sedimentos, calidad de aguas marinas.

Bacteriological and physicochemical quality of water and sediments in four beaches of Nueva Esparta state

Abstract

Mensually during July 2003 to April 2004 were evaluated the bacteriological and physicochemical quality of water and sediment in four beaches (El Agua, Guacuco, El Yaque and Parguito) of Nueva Esparta state, Venezuela. Temperature, pH, salinity and dissolved oxygen were measured *in situ* with a multiparametric probe YSI 600R. The bacteriological and physicochemical analyses were done using standard methodology (APHA, 1998). In all the beaches were detected total coliform (TC), although, the values meet the Venezuelan guidelines. Only in some sampling stations of El Agua and Guacuco were detected low densities of fecal coliforms (FC); in

* Autor para la correspondencia: jlufz@hotmail.com

few cases exceeded the guidelines. In the samples of sediment the densities of TC and FC were lower than in water samples. The statistical analysis showed significative differences ($p < 0.05$) in densities of total coliforms among months. The data indicated that all meet the guidelines for type four recreational waters, except dissolved oxygen and pH in few samples.

Key words: recreational waters, coliforms, sediments, seawater quality.

Introducción

En todo el mundo, la popularidad de las actividades recreacionales que involucran el contacto con agua se ha incrementado. No obstante, el uso de agua para propósitos recreativos implica un número de riesgos a la salud que dependen de factores tales como la naturaleza del riesgo, las características del cuerpo de agua y el estatus inmune del usuario (1).

Los humanos pueden ser expuestos a patógenos en aguas recreacionales a través de la ingestión, inhalación o contacto corporal. Los patógenos responsables de estas enfermedades pueden ser bacterias, virus, protozoarios, hongos o parásitos que viven el tracto gastrointestinal de animales de sangre caliente. Sin embargo, debido a las dificultades en los análisis para detectar los posibles microorganismos patógenos, se usan como indicadores primarios de contaminación fecal las concentraciones de bacterias coliformes totales, coliformes fecales, enterococos y *Escherichia coli* (2). *Clostridium perfringens* y las concentraciones de esteroides fecales entre otros, se han usado también como indicadores de contaminación (3). Las enfermedades no entéricas pueden ser transmitidas por contacto con aguas marinas recreacionales contaminadas con aguas residuales, la exposición a coliformes fecales fue predictiva de enfermedades del oído, entre otros (4).

Shiaris y col. (5), señalaron que en un área costera impactada por descargas de aguas de alcantarillado y lluvia, los recuentos de coliformes fecales fueron de 2 a 4 órdenes de magnitud mayores en sedimentos que en la columna de agua. Un 22,7% y 12,7% de 652 muestras de aguas marinas

recreacionales mostraron densidades de coliformes totales y fecales respectivamente, superiores a 100 UFC/100 mL, y se sugirió el uso de *Staphylococcus aureus* como un indicador complementario de la calidad sanitaria de aguas recreacionales (6). La tasa de supervivencia de coliformes fecales en sedimentos marinos fue menor que la mostrada por *Clostridium perfringens* y estreptococos fecales y se demostró que la depredación por protozoarios fue un factor importante (7). Fleisher y col. (8), señalaron que los porcentajes de enfermedades entre bañistas expuestos a aguas marinas contaminadas oscilaron entre 34,5% para casos de gastroenteritis y 65,8% para infecciones de oído. Prieto y col. (9), indicaron que el 7,5% de 1858 bañistas que se expusieron a aguas marinas contaminadas manifestaron síntomas de enfermedad que estuvieron relacionados con las densidades de los coliformes totales, fecales y enterococos. Recuentos de coliformes totales que oscilaron entre 1.082 UFC/100mL a 1.826.400 UFC/100mL y 139 UFC/100mL a 85.200 UFC/100mL para fecales, fueron señalados en aguas de balnearios del sur de Portugal (10). Mallin y col. (11), señalaron que el derrame accidental de 11300 litros de aguas residuales en un estuario urbanizado ocasionó que los niveles de coliformes totales alcanzaran los 270.000 UFC/100 mL (11).

Urbina (12) investigó el nivel de contaminación de origen fecal existente en aguas del Parque Nacional Laguna La Restinga y detectó importantes focos de contaminación en el "Embarcadero La Restinga" y en las áreas cercanas al balneario. Iabichella (13) comprobó el alto grado de contaminación fecal tanto en agua como en sedimento de la sección Este del sector San Luis-El Guapo,

63°49'58" O) está caracterizada por su fuerte oleaje, aguas claras con una temperatura relativamente fría (aproximadamente 22°C). Esta playa es de poca extensión, apenas unos 900 metros de longitud, se ofrecen todos los servicios y es apropiada para las prácticas de surfing. Playa Guacuco (11°03'20" N – 63°47'00" O) tiene una longitud de 2 Km, se caracteriza por su arena fina de color rojizo, oleaje oceánico, la temperatura del agua es 22°C y cuenta con todos los servicios. Por último, playa El Yaque (10°54'20" N – 63°56'20" O) presenta una longitud de 2 Km de extensión, posee aguas tranquilas y cálidas con una temperatura de 29°C, además es poco profunda. Por sus fuertes vientos es utilizada en prácticas deportivas, especialmente de windsurf.

Toma de muestras

Las playas El Agua, El Yaque y Guacuco fueron divididas en cuatro estaciones; playa Parguito sólo se dividió en tres estaciones debido a su corta extensión. Las playas se muestrearon mensualmente durante el período julio 2003 a agosto 2004, abarcando temporadas altas (asuetos de carnaval y semana santa, meses de agosto, septiembre, noviembre y diciembre) y temporadas bajas (enero, marzo, julio y octubre). De cada estación se tomó una muestra de agua y otra de sedimento.

Las muestras de agua fueron tomadas a 15 y 18 metros de la orilla, a una profundidad de 20-30 centímetros por debajo de la superficie del agua, sumergiendo envases estériles de polietileno de 2,5 litros de capacidad. De cada muestra de agua se tomaron submuestras en envases estériles de vidrio de boca ancha; de 500 mL de capacidad para realizar los análisis bacteriológicos y para los análisis fisicoquímicos se tomaron submuestras con envases de polietileno de un litro. Las muestras de sedimentos marinos se colectaron a la misma distancia de recolección de las muestras de agua, para ello se utilizó un tubo de polivinilo (PVC 10 cm de Ø y 14 cm de longitud), las muestras fue-

ron colocadas en bolsas plásticas de cierre hermético, previamente identificadas. Posteriormente, todas las muestras fueron guardadas bajo refrigeración en cavas con hielo, hasta su traslado al laboratorio de Microbiología y de Calidad Ambiental del CRIA/UDO-Nueva Esparta, donde se realizaron los análisis respectivos.

Variables *in situ*

Las determinaciones de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH se realizaron *in situ* con una sonda multiparamétrica YSI 600R acoplado a un capturador de datos YSI 650 DMS.

Análisis bacteriológicos

Para los recuentos de coliformes totales y fecales en las muestras de agua, se utilizó la metodología de filtración por membrana, según las pautas señaladas en el APHA (15), usando medio agar EMB (Merck), la cual es un medio selectivo para coliformes totales (CT) con incubación a 35,5°C, y el medio EC (Merck), para coliformes fecales (CF) incubándose a 44,5°C. Los conteos se expresaron como UFC/100 mL. Los resultados se compararon con los estándares establecidos por la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5021 Extraordinario 18 de diciembre de 1995 (16).

Los recuentos de CT y de CF, en muestras de sedimentos marinos, se determinaron mediante la técnica de tubos múltiples (NMP) (15), inoculando diluciones preparadas con NaCl al 0,85%. Para CT se uso como medio caldo lactosado (BBL), y para CF caldo bilis verde brillante (Merck) (15).

Análisis fisicoquímicos

En el laboratorio se determinaron las siguientes variables fisicoquímicas: sólidos totales, sólidos suspendidos y concentraciones de nutrientes: (nitrito, nitrato, amonio y fosfato), según las técnicas recomendadas de APHA (15). Los sólidos totales y suspendidos se determinaron mediante método gravimétrico. El nitrito se determinó me-

dianter colorimetría, el nitrato mediante el método de reducción de cadmio, el amonio total mediante el método del fenato, el amonio no ionizado según las tablas de Francis-Fox y Watson (17), y el fosfato a través del método del ácido ascórbico.

Análisis estadísticos

Los recuentos bacterianos se compararon mediante un ANOVA multifactorial para comprobar si existían diferencias estadísticamente significativas de los recuentos bacterianos entre estaciones, meses y zona de muestreo, tanto en muestras de aguas como de sedimentos. Por último se realizó un análisis de correlación (18), para establecer posibles correlaciones entre los recuentos bacterianos y los variables fisicoquímicas. Para los análisis estadísticos, los recuentos de coliformes se expresaron como $\text{Log}_{10}(x+1)$, donde x es igual a la densidad original.

Resultados y discusión

Coliformes en agua

En general, en las cuatro playas evaluadas los recuentos de CT se mantuvieron en un rango de variación de 0 a 800 UFC/100 mL. En playa El Agua, el máximo valor fue de 800 UFC/100mL (septiembre de 2003), el máximo promedio mensual fue de 540 UFC/100mL (febrero 2004) y el mínimo de 50 (diciembre 2004). Los resultados de playa Guacuco fueron similares, con una densidad promedio mensual máxima de 618 UFC/100mL (agosto 2003), y un mínimo de 0. En playa Parguito, el máximo promedio mensual fue de 800 UFC/100 mL (septiembre 2003), y la mas baja densidad promedio mensual fue de 0 (marzo 2004). Quinientos ocho y 63 UFC/100 mL fueron los valores máximo y mínimo de CT, respectivamente en playa El Yaque. Todos estos recuentos estuvieron por debajo del límite establecido por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPAMB) (1000 UFC/100 mL) y asentado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Extraordinario (16).

De acuerdo a los resultados de las muestras procedentes de playa El Agua, podemos señalar, que en el 40,0% de las mismas no hubo presencia de CT. En playa Guacuco fue del 60%; 46,6% en playa Parguito y en 45,0% de las muestras de playa El Yaque.

El ANOVA de tres vías relevó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) del recuento de CT en agua entre meses. Del mismo modo, se observó que no existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) de estos recuentos entre las estaciones y entre las playas.

La prueba *a posteriori* de Duncan al 95% permitió reunir a los meses en tres grupos parcialmente superpuestos, en donde se destacan febrero de 2004 y agosto de 2003 con los máximos recuentos, julio, marzo, octubre, diciembre y septiembre de 2003 con conteos moderados y noviembre y enero con valores más bajos.

En los recuentos de CF no se evidenció la presencia de estas en un 95,0% de las muestras analizadas de playa El Agua; 90,0% en playa Guacuco; 96,6% de playa Parguito y en un 100% de las muestras de playa El Yaque. En un porcentaje no menor al 80,%, las muestras de las cuatro playas cumplieron con las normas para calificar como muy buenas a buenas según los estándares de la Unión Europea (19), y como playas aptas para el contacto humano total (Aguas Tipo 4^a), según el Decreto 883 de la Gaceta Oficial 5021 Extraordinaria de la República de Venezuela (16).

Coliformes en sedimento marino

Solo en diciembre 2003, febrero 2004 y abril 2004; se detectaron coliformes totales en los sedimentos de las cuatro playas, el máximo valor fue de 450 UFC/100 mL en playa El Agua, en julio de 2003, el menor fue de 3 UFC/100 mL que ocurrió en playa El Agua, Guacuco y Parguito. La densidad de los coliformes fecales en las muestras de sedimentos alcanzó un valor máximo de

7 UFC/mL en playa El Agua (julio 2003). La densidad fue de cero en un 85% de las muestras de playa El Agua, 87,5% en Playa Guacuco, 83,3% de Parguito y un 75% de las muestras de playa El Yaque. En general la densidad de microorganismos indicadores fue sensiblemente menor en sedimentos que en aguas. Esto contrasta notablemente con los resultados de Shiaris y col. (5) quienes indicaron mayor densidad en sedimentos que en el agua.

Fisicoquímicos

Temperatura. En playa El Agua la temperatura mínima fue de 26,2°C (julio 2003 y febrero 2004), mientras que la máxima fue de 28,8°C (agosto y diciembre 2003). El rango de variación en playa Guacuco fue de 26-30, de 26,3-29°C en playa Parguito y 26,2 a 32,2 °C en playa El Yaque.

Las temperaturas más bajas probablemente estén asociadas a fenómenos de surgencias que se corresponden con la intensidad de los vientos alisios que soplan en dirección ENE durante los meses diciembre 2003 hasta abril 2004 (19, 20, 21). Los resultados hallados en este estudio coincidieron con lo obtenido por Palazón (22) en un estudio realizado en el saco de la isla de Coche.

Por otro lado, las más altas temperaturas probablemente se deban a una mayor irradiación solar y al decrecimiento en la intensidad de los vientos alisios durante los meses de julio a noviembre de 2003, lo cual puede favorecer a una cierta estabilidad en la columna de agua, ya que los procesos de mezcla disminuyen y permiten mantener así las mayores temperaturas (23). Además, es importante señalar la baja temperatura observada en el mes de julio 2003, en las playas El Agua y Parguito, que podría tratarse de la ocurrencia de un segundo pulso de surgencia (24).

pH. La variación del pH mostró un patrón común en las estaciones de las cuatro playas. Los valores de pH estuvieron en un

margen de variación de 7,5 a 8,9 en playa El Agua; y de 7,6 a 8,8 en las playas Guacuco, El Yaque y Parguito.

Los valores de pH más bajos fueron observados durante el período julio-septiembre 2003, en la mayoría de las estaciones de las playas analizadas, exceptuando playa El Agua en las estaciones 3 y 4 (agosto 2003). No obstante en la estación 3 de dicha playa se registró un valor mínimo de pH en febrero 2004. Mientras que los valores de pH más altos fueron registrados en octubre y noviembre, en todas las playas además de marzo en una estación de playa El Yaque.

Los valores de esta variable, establecidos por el MPPAMB (16), deben estar comprendidos entre 6,5 a 8,5. Sin embargo, en las cuatro playas estudiadas, se midieron valores de pH por encima del límite superior, en octubre, noviembre 2003, y marzo 2004; y estuvieron comprendidos entre 8,8 y 8,9.

Los niveles de pH, que sobrepasaron el máximo permitido por el MPPAMB, posiblemente estén relacionados a la presencia de aguas muy productivas y puede ser indicativo de que el CO₂ (producido por la oxidación de la materia orgánica y por los procesos de respiración) es utilizado por el fitoplancton para la síntesis de la materia orgánica a través del proceso de fotosíntesis; es decir, que la fijación del CO₂ por efecto de la fotosíntesis disminuye el efecto tampón o buffer del sistema y éste se hace más alcalino, lo cual podría causar irritación ocular en los usuarios, tal como lo explican Morales (25) y Alcalá (26).

Figuroa (27) y Iabichella (13), en muestras de aguas de la Bahía de Mochima, señalaron valores de pH dentro de los límites establecidos por el MPPAMB. Sin embargo, Durán (2000), al igual que en el presente estudio, obtuvo valores de pH que sobrepasaron la normativa, para el mes de octubre.

Oxígeno disuelto. En playa El Agua el promedio mensual mínimo fue de 4,7 mg/L (noviembre 2003), el promedio máximo

mensual fue de 6,5 mg/L (septiembre 2003), el 70% de las muestras mostraron valores iguales o mayores que 5,0 mg/L, norma exigida por el MPPAMB para aguas recreacionales (tipo 4ª), en noviembre de 2003, enero y abril de 2004, el promedio mensual estuvo por debajo de la norma (4,0 mg/L). En playa Guacuco el promedio mensual mínimo fue de 4,4 mg/L, el máximo de 5,6 mg/L; el 70% de las muestras mostró lecturas de OD iguales o superiores a 5,0 mg/L en enero de 2003, enero y febrero de 2004, el promedio mensual no cumplió con la norma. En playa Parguito el promedio mensual mas bajo 4,4 mg/L fue observado en el mes de enero de 2004, el mayor promedio mensual 5,6 mg/L correspondió al agosto de 2003, el 73,4% de las muestras cumplieron con la norma, en septiembre y noviembre de 2003, y enero de 2004, la concentración de oxígeno disuelto no satisfizo la norma. Por su parte en playa El Yaque el promedio mensual mínimo fue 3,9 mg/L (enero 2004), el máximo fue de 5,5 mg/L (julio 2003) y solo un 37,5% de las muestras tuvo lecturas de OD iguales o superiores a 5,0 mg/L. De septiembre, a noviembre de 2003 así como también de enero a marzo de 2004 no se alcanzó el mínimo señalado en la norma. Los porcentajes de muestras que cumplieron con la norma venezolana (> 5,0 mg/L) establecida por el MPPAMB (19) fueron de 70% en las playas El Agua y Guacuco; 73,3% en playa parguito y 37,5% en playa El Yaque.

Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto posiblemente están relacionadas con la descomposición de la materia orgánica, tal como lo menciona Palazón (22), y/o aporte de materia orgánica por escorrentías o excretas de los bañistas.

Salinidad. El rango de valores osciló entre un mínimo de 34,0 UPS a un máximo de 39 UPS. En playa el Agua el menor valor fue de 34 UPS, (marzo 2004) y el máximo de 38,8 UPS (octubre 2003), el promedio mensual mínimo fue de 35,2 UPS (abril 2004) y el mayor fue de 38,8 UPS (octubre 2003). En las muestras de aguas de Playa Guacuco el

menor valor observado fue de 34,5 UPS (marzo 2004) y el máximo de 38,7 UPS (octubre 2003), el promedio mensual mas bajo fue de 35,3 UPS (marzo 2003) y el más elevado fue de 38,7 UPS (octubre 2003).

Por su parte en las muestras de playa Parguito la salinidad mostró un valor mínimo de 35 (marzo 2004) y un máximo de 38,8 UPS (octubre 2003), el promedio mensual menor fue de 35,3 UPS (marzo 2003) y el mayor de 38,7 UPS (octubre 2003). En playa El Yaque el menor valor de salinidad fue de 34 UPS (marzo 2004) y el valor más elevado fue de 39 UPS (diciembre 2003); el promedio mensual más bajo tuvo un valor de 35,8 UPS (marzo 2004) y el promedio mensual más elevado fue de 38,8 UPS (septiembre y diciembre de 2003).

Los altos valores de salinidad encontrados (38,9 UPS en playa El Agua y 39 UPS en playa El Yaque), posiblemente se deban a una mayor evaporación ocurrida en la zona, a la ausencia de aportes fluviales y de canales que limiten la circulación del agua, mientras que las más bajas salinidades se deban posiblemente al producto de precipitaciones pluviosas esporádicas y puntuales.

Sólidos totales. El promedio mensual mínimo en playa El Agua fue de 42.450 mg/L (octubre 2003) y el máximo de 47.350mg/L (julio 2003). En playa Guacuco estos valores fueron de 42.200 mg/L (septiembre de 2003) y 48.700 mg/L (octubre 2003), respectivamente. En playa Parguito el promedio mínimo mensual en sólidos totales fue de 38.930 mg/L (marzo 2004) y el máximo de 46.330 mg/L (julio 2003). Por su parte en las muestras de playa El Yaque los valores hallados fueron de 38.850 mg/L (enero 2004) y 47.750 g/L (julio 2003). En aguas naturales, en particular las marinas, el contenido de sólidos totales está relacionado directamente con la salinidad.

Sólidos suspendidos totales. El rango de variación fue de 105 a 320 mg/L. En playa El Agua el promedio mensual mas bajo fue 117 mg/L (octubre 2003) y el mayor

168 mg/L (enero 2004). En playa Guacuco estos valores fueron de 139 mg/L (julio 2003) y 224 mg/L (enero 2004), respectivamente. En playa Parguito el promedio mensual menor fue de 122 mg/L (febrero 2004) y el mayor de 258 mg/L (septiembre 2003). En playa El Yaque el promedio mensual menor de los sólidos suspendidos totales fue de 128 mg/L (octubre 2003) y el mayor fue de 182 mg/L (septiembre 2003), el menor valor en los muestreos fue de 105 g/L y el más elevado 320 mg/L.

Los sólidos suspendidos pueden ser de origen animal, vegetal o provenir de sedimentos terrígenos que llegan al mar por escorrentías de las aguas y/o resuspensión de sedimentos marinos por acción de las corrientes marinas y el oleaje. A pesar de no existir un límite establecido por el MPPAMB para los sólidos suspendidos, se podría decir que los valores obtenidos en estas playas durante el periodo julio 2003 y abril 2004, son elevados comparados con los resultados de los sólidos suspendidos obtenidos en el estudio realizado por el CRIA (27) en 44 playas del estado Nueva Esparta, en las que se involucran las playas El Agua, Guacuco, El Yaque y Parguito, los mayores valores encontrados en estas playas fueron de 6; 30; 29 y 30 mg/L, respectivamente.

Nitrato. Las concentraciones en las cuatro playas oscilaron desde no detectable a un máximo de 0,589 mg/L. En playa El Agua el promedio mensual mínimo fue de 0,001 mg/L (febrero 2004) y el máximo de 0,019 mg/L (julio 2003). Las muestras de playa Guacuco mostraron valores de un promedio mínimo mensual de 0 (febrero 2004) a un máximo de 0,257 mg/L (julio 2003), en playa Parguito la menor concentración promedio mensual fue de 0 (marzo 2004) y la máxima de 0,035 mg/L (julio 2003). Por su parte en playa El Yaque la concentración mensual menor del nitrato fue de 0 (febrero y marzo 2004) y la mayor fue de 0,088 mg/L (julio 2003). Se observó una tendencia a que las concentraciones de nitrato fueran menores entre diciembre 2003

a abril de 2004, y mayores entre julio 2003 a noviembre 2003.

Nitrito. El promedio mensual mínimo fue de 0 en todas las playas estudiadas. El promedio mensual máximo fue de 0,023 mg/L (noviembre 2003) en playa El Agua, 0,004 mg/L (noviembre 2003) en playa Guacuco, 0,016 mg/L (abril 2004) en playa Parguito y de 0,003 mg/L (noviembre 2003) en playa El Yaque.

Amonio total. Las concentraciones oscilaron desde 0 a 0,195 mg/L. Los promedios mensuales mínimos en todas las playas fueron de 0, mientras que los promedios mensuales máximos para cada playa fueron de 0,051 mg/L (septiembre 2003) en playa El Agua, 0,053 g/L (julio 2003) en playa Guacuco, 0,018 mg/L (julio 2003) en playa Parguito y de 0,057 mg/L (diciembre 2003) en Playa El Yaque. Los porcentajes de muestras que tuvieron un valor de 0 fueron 80% en las playas El Agua, Guacuco y El Yaque, mientras que en las de playa Parguito este porcentaje fue de 76,6%.

Amonio no ionizado. Las concentraciones variaron entre no detectable, para la gran mayoría de las muestras, a un máximo de 0,0083 mg/L (playa El Yaque, diciembre de 2003). Este valor máximo está muy lejos del máximo permitido (0,021 mg/L) en las normas de aguas recreacionales de algunos países o instituciones.

Fosfato. El rango de oscilación de los valores fue de 0-0,025 mg/L. En todas las playas el promedio mínimo mensual fue de 0, mientras que el máximo fue de 0,018 mg/L (febrero 2004) en playa El Agua, 0,011 mg/L (febrero 2004) en playa Guacuco, 0,014 mg/L (abril 2004) en playa Parguito y de 0,008 mg/L (febrero 2004) en playa El Yaque.

No se encontró una correlación estadísticamente significativa entre los recuentos de bacterias CT y CF con las variables fisicoquímicas ni con la concentración de nutrientes.

Conclusiones

El porcentaje promedio de muestras de aguas ausentes de coliformes totales, en las cuatro playas, fue de un 48% aproximadamente; aun cuando los valores siempre estuvieron por debajo del límite permitido por la norma venezolana. Mientras que en sedimentos fue superior al 82%.

La ausencia de coliformes fecales, en las muestras de agua tomadas de las cuatro playas, tuvo un porcentaje promedio del 95%; algunas densidades llegaron a sobrepasar la cifra permitida por la norma venezolana. En sedimento, el porcentaje promedio de ausencia de coliformes fecales fue más del 82%.

La densidad de CT y CF en el sedimento fue menor a los registrados en el agua.

Valores de pH y de oxígeno, en algunos muestreos, aun cuando escasos, llegaron a sobrepasar el valor límite señalado en la norma venezolana.

Referencias bibliográficas

1. POND, K. **Water recreation and disease. Plausibility of Associated Infections: Acute effects, sequelae and mortality.** IWA Publishing and World Health Organization. Washington (USA). 16-20. 2005.
2. US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY REPORT. **Bacterial water quality standards for recreational waters (freshwater and marine waters) status report.** EPA Report EPA-823-R-03-008. Washington (USA). 2003.
3. EDWARDS D., McFETERS G., VENKATESAN M. **Appl Environ Microbiol** 64: 2596-2600. 1998.
4. FLEISHER J., KAY D., SALMON R., JONES F., WYER A., GODFREE E. **Amer J Pub Health** 86: 1228-1234. 1996.
5. SHIARIS M., REX A., PETTIBONE G., KEAY K., McNAMUS P., REX M., EBERSOLE J., GALLAGHER E. **Appl Environ Microbiol** 53:1756-1761. 1987.
6. YOSHPE-PURER, Y., GOLDBERMAN S. **Appl Environ Microbiol** 53:1138-1141. 1987.
7. DAVIES, C.M., LONG J.A.H., DONALD M., ASHBOLT N.J. **Appl Environ Microbiol** 61:1888-1896. 1995.
8. FLEISHER, J.M., KAY D., WAYER M.D., GODFREE A.F. **Int J Epidemiol** 27:722-726. 1998.
9. PRIETO, M.D., LÓPEZ B., JUANES J.A., REVILLA J.A., LLORCA J., DELGADO-TO-DRÍGUEZ M. **J Epidemiol Community Health** 55:442-447. 2001.
10. DIONISIO L., GARCÍA-ROSADO E., LÓPEZ-CORTÉS L., CASTRO D., BORREGO J. **Water Air Soil Poll** 138:319-334. 2002.
11. MALLIN, M., CAHOON L., TOOTHMAN B., PARSONS D., McIVER M., ORTWINE M., HARRINGTON R. **Mar Poll Bull** 54:81-88. 2007.
12. URBINA C. Algunos aspectos que contribuyen a la clasificación de las aguas de la Laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela, de acuerdo a la Ley Orgánica del Ambiente (Para obtener el título de Licenciado en Biología Marina). Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Universidad de Oriente. Boca del Río (Venezuela). 110 pp. 1991.
13. IABICHELLA, M. Evaluación bacteriológica del sector marino-costero San Luis-Guapo, Cumaná-Venezuela, según los criterios para aguas de contacto humano total o parcial (Para obtener el título de M. Sc. en Ciencias Marinas). Instituto Oceanográfico. Universidad de Oriente. Cumaná (Venezuela). 55 pp. 1993
14. LÓPEZ J. Caracterización bacteriológica y fisicoquímica del agua de la zona marino costera de playa Moreno, Municipio Maneiro, estado Nueva Esparta (Para obtener el título de Licenciado en Biología Marina). Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Universidad de Oriente. Boca del Río (Venezuela). 122 pp. 2002.
15. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the exami-**

- nation of water and wastewater.** 20th ed. New York (U.S.A.). 108-146. 1998.
16. Gaceta Oficial 5021, Extraordinario de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995. Decreto 883 del 11-10-95. Normas para la clasificación y el control de la Calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos de las descargas a medios costeros, Caracas, D.F. (Venezuela).
 17. FRANCIS-FOX R., WATSON C. **Ammonia.** University of Florida. Institute of Food and Agriculture Science. 4 pp. 2005.
 18. SOKAL R., ROHLF I. **Introducción a la bioestadística.** Reverté, S.A. Barcelona (España). 1981.
 19. BONILLA J., FERMÍN J., GONZÁLEZ C. **Bol Inst Oceanogr Uni Oriente** 21 (1-3): 4-27. 1998.
 20. MÁRQUEZ J. Condición ambiental y calidad del agua de la Ensenada Grande del Obispo en el perfil longitudinal O-E (Para obtener el título de Licenciado en Química). Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumaná (Venezuela). 115 pp. 1999.
 21. MÁRQUEZ J. Algunos aspectos de la condición ambiental: La calidad del agua y sedimentos del Golfo de Santa Fe (Para obtener el título de Licenciado en Química). Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumaná (Venezuela). 122 pp. 2003.
 22. PALAZÓN J. Condiciones hidroquímicas del saco de la isla de Coche, Venezuela, mayo 1989-mayo 1990. **Bol Inst Oceanogr Univ Oriente** 39(1-2): 55-65. 2000.
 23. SENIOR W. Estudio hidroquímico y de la calidad ambiental de las costas de Puerto Píritu, Estado Anzoátegui, Venezuela (Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Asociado). Universidad de Oriente. Cumaná. (Venezuela). 145 pp. 1996.
 24. RUEDA D. Variación temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la Cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos de estrato superficial (1996-1998) (Para obtener el título de M.Sc. en Ciencias Marinas). Instituto Oceanográfico. Universidad de Oriente. Cumaná (Venezuela). 136 pp. 2000.
 25. MORALES F. Efecto de algunos parámetros ambientales sobre las especies halofíticas de las microalgas del género *Dunaliella* (Dunal) Teodoresco, 1905 (Chlorophyta, Volvocales) presentes en la salina de Araya, estado Sucre, Venezuela (Para obtener el título de Licenciado en Biología). Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumaná (Venezuela). 119 pp. 1995.
 26. ALCALÁ L. Estudio hidroquímico del sector oriental del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela durante el periodo comprendido entre septiembre de 1995 y mayo 1996 (Para obtener el título de Licenciado en Química). Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumaná (Venezuela). 112 pp. 1999.
 27. FIGUEROA Y. Presencia del género *Vibrio*, en aguas y sedimentos marinos de Cumaná y áreas adyacentes. (Para obtener el título de Licenciado en Biología). Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumaná (Venezuela). 117 pp. 1991.
 28. CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES (CRIA). **Caracterización de las aguas marinas y sedimentos del área marino-costera del estado Nueva Esparta.** Informe del Proyecto: Desarrollo Armónico de Oriente Convenio: PDVSA-PALMAVEN-CRIA, Universidad de Oriente. Núcleo de Nueva Esparta. 155 pp. 1999.
 29. WU K. **Monitoring and managing beach water quality in Hong Kong.** Work Shop on "Beach water quality and tourism in southeast Asia. What role public information programs?" March 2007. Penang (Malaysia). 40 pp. 2007.