

Fluctuaciones anuales de la temperatura, salinidad, pH y alcalinidad total en aguas superficiales de Isla Larga, estado Carabobo, Venezuela

Annual fluctuations on temperature, salinity, pH and total alkalinity at surface waters of Isla Larga, Carabobo state, Venezuela.

Elizabeth Cisneros
alicias20@hotmail.com

Yolanda Barrientos Ch
yolanda.barrientos@gmail.com
Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
Instituto Pedagógico de Caracas.

RESUMEN

La costa barlovento de Isla Larga constituye un ambiente sedimentario actual y está ubicada en el Parque Nacional Miguel José Sanz (estado Carabobo, Venezuela). El objetivo del presente trabajo fue caracterizar las fluctuaciones de algunos parámetros físico-químicos tales como la temperatura, salinidad, pH y alcalinidad total en muestras superficiales de agua mar en función del régimen hídrico y la hidrodinámica dominante. Los datos tomados "In Situ" y la recolección mensual de muestras de agua se realizaron desde febrero de 1994 hasta mayo de 1995. La dinámica de las variables estudiadas indicó que para el mes de mayo de 1994 y enero de 1995 el agua superficial alcanzó sus valores mínimos de temperatura de 27 ° C, pH: 7,1 - 7,8; las máximas de salinidades 38-37, y alcalinidades totales de 109-187 mgCaCO₃/L respectivamente. Las fluctuaciones anuales en las variables físicoquímicas analizadas permiten evidenciar la presencia local de aguas de surgencia desde enero hasta mayo para esta área en la plataforma de Golfo Triste.

Palabras clave: *Parámetros físicoquímicos; surgencia; Isla Larga, Venezuela.*

ABSTRACT

The leeward coast of Isla Larga is a recent sedimentary environment and it is located at the National Park "Miguel José Sanz" (Carabobo state, Venezuela). The main objective of this research was to characterize the fluctuations in some physical and chemical water parameters such as temperature, salinity, pH y total alkalinity in surface waters taking into account the dominant hydrological and hydrodynamics local conditions. This research was carried out during the period february 1994 until may 1995. The lowest water temperature of 27°C; pH 7,1-7,8; salinities between 38-37; total alkalinity of 109-187 mgCaCO₃/L were obtained during may 1994 and January 1995 respectively. This data suggested local upwelling during the first months of the year at Golfo Triste platform.

Key words: *Physical and chemical parameters; upwelling; Isla Larga, Venezuela.*

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente las aguas de surgencia se han tipificado tomando en cuenta algunos parámetros físicos tales como temperatura, salinidad, densidad y así lo han demostrado las investigaciones realizadas en el Caribe venezolano específicamente en el oriente del país por Gade (1961), Fukuoka (1964a), Herrera y Febres (1976), Herrera et al. (1980) y Monente (1986, 1994). Otro estudio hidrográfico pionero en el Golfo de Venezuela fue el realizado por Redfield (1955) utilizando datos de salinidad, temperatura, oxígeno y fósforo total. Posteriormente, Monente y Astor (1987) describen la distribución de las masas de aguas superficiales y los patrones de circulación tanto en el Golfo de Venezuela como en la costa oriental del estado Falcón. Estos trabajos caracterizan a las aguas de surgencia como aquellas que presentan temperaturas bajas ($\leq 25^{\circ}\text{C}$), salinidades ($\geq 36,5$) y densidades altas ($\geq 24,5$). Herrera et al. (1980) establecieron dos núcleos de isotermas de $26,81^{\circ}\text{C}$ al norte de la Península de Paraguaná y $27,14^{\circ}\text{C}$ cerca de La Orchila separados a su vez por una masa de aguas cálidas ($\geq 28^{\circ}\text{C}$) que abarca a Curazao, sur de Bonaire, Isla de Aves e incluye las aguas de Golfo Triste. Estos autores ubican el período de máxima

intensidad de surgencia con aguas de alta salinidad y baja temperatura en la zona insular y costas venezolanas entre enero y abril, seguido de un período de actividad secundaria entre julio y agosto; siendo por una parte el patrón de vientos dominantes, el factor activador de los períodos de surgencia y por otra los procesos de mezcla, transferencia de calor y advección de masas de aguas distintas, los responsables del restituir a las aguas superficiales su condición original. Igualmente, Monente y Astor (1987) consideran la importancia de la acción eólica como favorecedora de los procesos de afloramiento y tipos de aguas prevaecientes en la zona del Golfo de Venezuela. Más recientemente Chollett, Klein y Castillo (2005) estimaron el área de surgencia y la temperatura de las aguas mediante la aplicación de algoritmos heurísticos sobre mapas de TSM y regresiones por secciones y establecieron para un período de 10 años un límite de 24,73 °C de temperatura para las aguas de surgencia en el oriente del país.

Froelinch et al. (1978) y Morrison y Nowlin (1982) determinaron fluctuaciones estacionales de la salinidad en áreas entre Venezuela y Puerto Rico, cerca de esta última el parámetro alcanzó valores mayores a 36 entre marzo y abril reemplazado por valores de 33,40 y 34,50 en octubre y noviembre; atribuyéndose la influencia a las corrientes fluviales de estas bajas salinidades por el contenido de silicatos disueltos presentes en estas masas de agua y no al monto de precipitaciones.

Posteriormente, Muller- Karger y Valera (1990) incorporan la concentración de pigmentos (clorofilicos + *gelbstoffe*: materia orgánica disuelta de color) obtenidas por el Coastal Zone Color Scanner (CZCS) para explicar tres patrones hidrodinámicos en áreas del océano Atlántico y mar Caribe venezolano: uno debido al dominio de surgencia (marzo-mayo), el otro relacionado con la influencia de las descargas del Orinoco (julio-noviembre) y uno intermedio (diciembre-enero) entre ambas influencias.

Monente et al. (1994) realizaron una caracterización físico-química de las aguas en el mar Caribe en la región suroriental de Venezuela frente al delta del Orinoco, que incluyó determinaciones de pH y nutrientes como

fosfatos, nitratos y silicatos. De interés particular fueron los valores de pH obtenidos que oscilaron entre 7,5 y 8,2; predominando a lo largo de todo el año valores entre 7,5 y 7,7 como consecuencia de las mezclas de aguas tropicales y subtropicales subyacentes situadas entre 100 - 200 m de profundidad y los patrones de surgencia.

Estudios realizados en aguas costeras de la Ensenada del Sur de California han demostrado la variabilidad estacional de nutrientes inorgánicos disueltos como fosfatos, nitratos, nitritos y clorofila *a* vinculadas al afloramiento de aguas subsuperficiales (Espinosa- Carreón et al. 2001). Igualmente, medidas en continuo de pH (25°C) y otros parámetros físicos del agua en condiciones de afloramiento en la Corriente de California, establecieron para este primer factor valores de 7,6 en áreas cercanas a la costa y 8,3 en ambientes más pelágicos. En ausencia de procesos biológicos, el valor del pH del océano llega a ser 8,10 independientemente de los valores de la temperatura del agua (Zirino et al., 1986). Estos autores señalan que en la zona eufótica, el pH y la temperatura del agua, se correlacionan de manera directa en aguas tropicales superficiales, a mayor calentamiento del agua se incrementa el pH debido a la relación $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_2 + \text{OH}^-$ basada más en procesos biológicos que físico- químicos. Hernández- Ayón et. al., (2003) plantea que el pH del agua de mar es una función del CO_2 inorgánico total (Ct), la alcalinidad total (At), la temperatura (T), la salinidad (S) y la presión (P): $\text{pH} = f(\text{Ct}, \text{At}, \text{T}, \text{S}, \text{P})$.

La variabilidad en los valores del pH fue mayor en la zonas de afloramiento que en aguas abiertas coincidiendo esta tendencia con el resto de los parámetros. El pH del agua de mar es considerado una variable guía en la dinámica de otros parámetros y particularmente en la química del CO_2 (DelValls 1999). La relación pH-densidad del agua de mar tanto en la costa oeste de Baja California como en la Antártida ha sido utilizada para modelos de algoritmos en los monitoreos de CO_2 a partir de imágenes de satélite debido a que la respiración produce CO_2 y disminuye el pH de las aguas subsuperficiales en la zona eufótica (Hernández- Ayón, et.al., 2003).

El propósito de este trabajo fue estudiar las fluctuaciones anuales de la temperatura, salinidad, pH y alcalinidad total de aguas superficiales en la zona litoral a barlovento de Isla Larga, durante el período enero 1993-mayo 1994, a través de muestras puntuales mensuales para vincular esta caracterización con la activación de surgencia. Esta investigación formó parte de un proyecto más amplio relacionado con un estudio integrado en ambientes superficiales hipersalinos- evaporíticos de Isla Larga, estado Carabobo (Cisneros, 1998).

MÉTODO

Características físico-geográficas del área.

Isla Larga forma parte del grupo de islas, ubicadas al norte del estado Carabobo, las cuales conforman el Parque Nacional José Miguel Sanz (San Esteban) (Decreto 1 430 (14/01/87)). Sin embargo este parque nacional carece de un Plan de Ordenamiento ni reglamento de uso. Su localización geoastronómica está definida por las coordenadas 10°29'07"-10°29'48" N y 67°56'25"-67°57'02" W (Ramírez 2001). Se encuentra a 2,3Km de la costa de Quizandal al este de Puerto Cabello, estado Carabobo, en áreas pertenecientes a la plataforma de Golfo Triste según Picard y Goodard (1972); Briceño (1978) y Ramírez (2001) (Figura 1). Como área biogeográfica, Golfo Triste incluye los manglares de Tucacas y sus cayos, las playas arenosas de Puerto Cabello y costas cercanas de Aragua (Ginés 1982).



Figura 1. Ubicación del área de estudio indicando el transecto para la toma de muestras de agua.

Esta isla tuvo su origen en procesos tectónicos de tipo fallístico, acaecidos posteriormente al surgimiento de la Cordillera de la Costa y como resultado de presiones laterales (Vila, 1967; Williams, 1980; Riera, 1982; Marcucci, 1990; Picoli y Stockhausen 1991). Estos ambientes carbonáticos son poco profundos, formados por procesos bioconstructivos resultantes a partir de los períodos transgresivos del Cuaternario (Cisneros y Barrientos, 2002). Los ambientes sedimentarios de acumulación actual son: arrecifes (marginales y de costa), bancos de arena, terrazas de tormenta, cinco lagunas internas hipersalinas, llanura central, playas de baja energía (a sotavento) y alta energía (a barlovento) (Picard y Goddard, 1972; Cisneros, 1998).

El Proyecto Sistemas Ambientales del MARNR ubica al área de estudio dentro de la Región Natural N° 17 "litoral marino bajo clima seco,

bosque tropical seco (Bs-T)", con temperatura media anual de 26°C y precipitación anual de 1125,4 mm, desde San Juan de los Cayos hasta las proximidades de Puerto Cabello y la subregión N° 10 que abarca desde el Golfete de Cuare hasta las cercanías de Puerto Cabello (Barrientos, 1998).

La información climatológica del área corresponde a la estación meteorológica de Puerto Cabello-Base Naval, ubicada a 2 m.s.n.m en las coordenadas 10°28'40"N y 68°04'15"W, durante el período 1963-1989. Para esta estación el mes de mayor monto de precipitación fue noviembre con un valor de 69,5 mm y el mes de menor monto de precipitación fue febrero con un valor de 9,4 mm. El monto anual fue de 491,4 mm. La temperatura media anual fue de 26,5°C. Las temperaturas más bajas correspondieron a los meses de diciembre, enero, febrero y marzo con valores entre 24,6°C y 25,9°C y las mayores temperaturas correspondieron a los meses siguientes con valores entre 26,3°C y 27,7°C (Cisneros, 1998).

El promedio anual de insolación fue de 7,8 horas/dec, los meses de máxima insolación media correspondieron a enero, febrero y marzo con valores entre 8,3 y 8,5 horas/dec. Los meses de mayor evaporación fueron febrero y marzo con valores de 174,1 mm y 189,9 mm, respectivamente; coincidiendo los meses de máxima insolación con los meses de mínimas precipitaciones. Los máximos de la velocidad media del viento correspondieron a los meses de enero, febrero, marzo y abril con valores entre 10,5 y 12,7 Km/h. Los vientos predominantes son los alisios provenientes del NE (Figura 2).

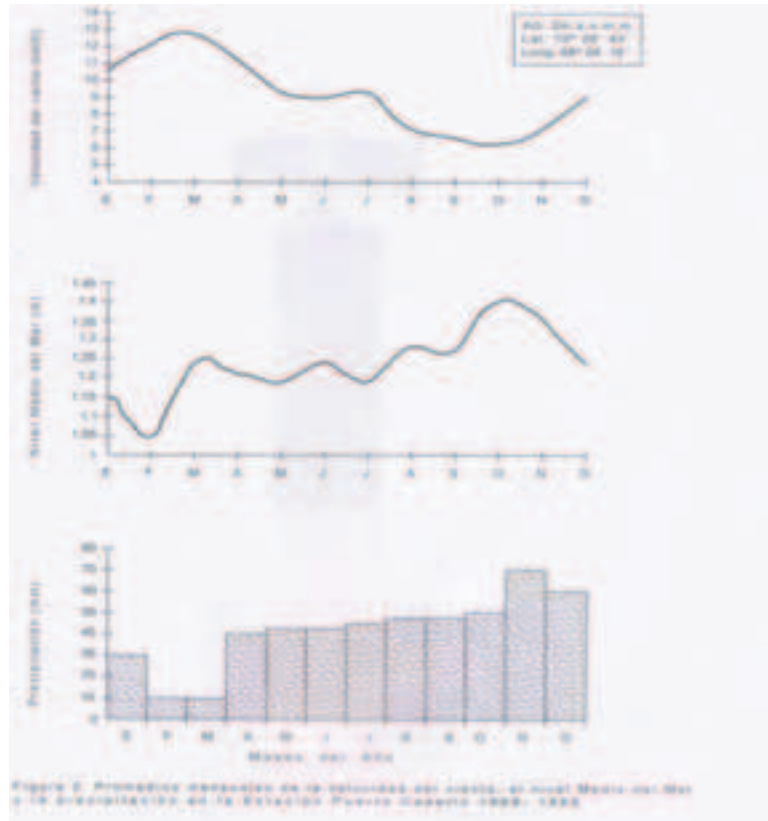


Figura 2. Promedios mensuales de la velocidad del viento, el nivel medio del mar y la precipitación en la Estación Puerto Cabello 1969-1989.

El ritmo de mareas se estimó a partir de los boletines sobre el Pronóstico de las Mareas para los años 1993 y 1994 (MARNR) para la estación La Guaira (latitud 10° 37'N longitud 66° 56'W). Se determinó el promedio anual de las mareas (Figura 3).

Fluctuaciones anuales de la temperatura, salinidad, pH y alcalinidad total en aguas superficiales de Isla Larga, estado Carabobo, Venezuela

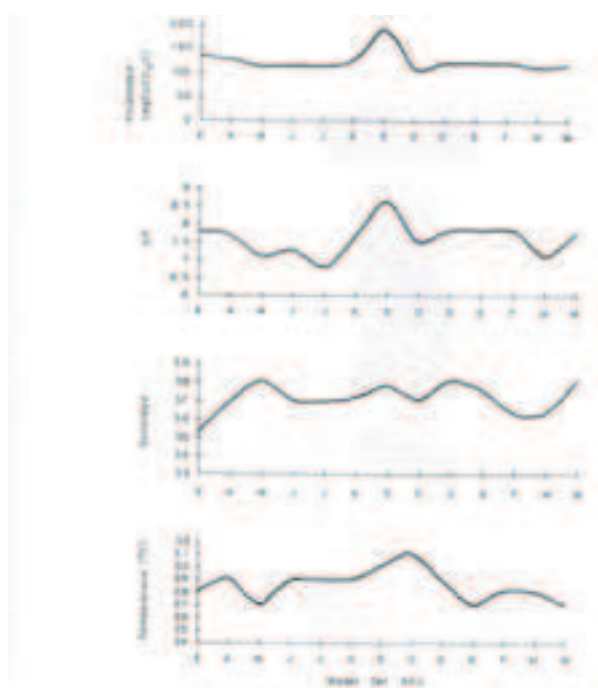


Figura 3. Parámetros físico-químicos del mar barlovento de Isla Larga, Estado Carabobo (febrero 1994- mayo 1995).

Figura 3. Parámetros físico-químicos del mar barlovento de Isla Larga, Estado Carabobo (febrero 1994- mayo 1995).

La vegetación dominante en la isla está representado por las siguientes formaciones vegetales: arbóreo representado por el mangle de botoncillo (*Conocarpus erectus*), el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle negro (*Avicenia nitida*); arbustivo formado por uvero de playa (*Cocoloba uvífera*), manzanillo (*Hippomane mancinella*) y tabaco pescador (*Mallatonia gnaphaloides*); herbáceo conformado por saladillo (*Sporibolus virginicus*) y la verdolaga rastrera (*Portulaca oleracea*) (Briceño, 1978; Ministerio de la Defensa, 1990).

Los inventarios de fauna realizados hasta el presente reportan una abundancia significativa de aves marinas, reptiles, crustáceos, peces, moluscos, equinodermos, poliquetos, esponjas, briozoarios, foraminíferos y corales escleractinios y milepóridos tanto para Isla Larga, como El Palito e Isla Ratón: *Acropora palmata*, *Madracis decactis*, *Diploria strigosa*, *Colpophyllia natans*, *Montrastea annularis*, *Montrastea faveolata*, *Eusmilia fastigiata*, *Siderastrea radians*, *Siderastrea siderea*, *Porites porites*, *Porites asteroides*, *Tubastraea coccinea*, *Millepora alcicornis* (Briceño, 1978; Zazo, 1985; Ministerio de la Defensa, 1990; Martín y Lozada, 1991; Bastidas y Bone, 1996; Perdomo, 1999; Ramírez, 2001; Barreto y Pauls, 2003; Ramos y García, 2003). Estas dos últimas autoras reportan la presencia de metales pesados Cr, Cu, Zn y Mn en tres especies de corales escleractinios provenientes de dos núcleos, tomado uno en Isla Larga y el otro en Isla Alcatraz, para el período 1986-1996.

Parámetros físicos- químicos del agua.

Las temperaturas del aire y del agua se determinaron utilizando un termómetro ambiental de $100^{\circ}\text{C} \pm 0,1$ (Modelo 76 MM. 1MM.N₂ Marca Brannan). Las muestras de agua superficiales se recolectaron mensualmente desde febrero 1994 hasta mayo 1995. Las muestras fueron captadas en botellas de polietileno de 250 mL (con sus respectivas réplicas), previamente rotuladas y refrigeradas hasta el momento de su análisis. La clorinidad se determinó por el método de Knudsen (1901) y Ford y Deevery (1946) y la salinidad según (Ros, 1979). El pH se determinó *In Situ* utilizando un potenciómetro (modelo E588 Metrohm Herisau $\pm 0,1$), previa calibración del instrumento. La alcalinidad total se determinó según Golterman (1969).

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedios obtenidos para los parámetros físico-químicos analizados en la costa barlovento

Fluctuaciones anuales de la temperatura, salinidad, pH y alcalinidad total en aguas superficiales de Isla Larga, estado Carabobo, Venezuela

de Isla Larga para el período febrero 1994-mayo 1995. En la figura N° 3 los valores de temperatura del agua presentan un mínimo de 27°C para mayo de 1994 y 1995 e igualmente para enero de 1995. Estos valores de temperatura en las aguas superficiales coinciden con los máximos de salinidad de 38 para los meses de mayo 1994 y 1995 existiendo otro máximo de salinidad para enero de 1995. Los datos obtenidos para estos dos parámetros caracterizan condiciones de surgencia local para esta área de Golfo Triste. En el segundo semestre del año la temperatura del agua se incrementa hasta 31°C en estas aguas superficiales y las salinidades pueden alcanzar mínimos de hasta 35,8. Voltolina (1978) y Ginés (1982) consideran que en Golfo Triste las masas de agua son cálidas tanto superficialmente como en el fondo debido al aislamiento hidrodinámico por masas frías de surgencia ubicadas al norte que frenan su circulación. En los afloramientos costeros del litoral central de Venezuela dominan aguas de 22°C hasta 27°C según (Ginés, 1982); encontrándose los mínimos valores de temperatura superficial del agua en el presente estudio dentro del rango señalado anteriormente.

Cuadro I. Parámetros físico-químicos de las aguas superficiales del mar barlovento de Isla Larga, Estado Carabobo durante el período febrero 1994- mayo 1995.

Parámetros	Mínimos	Máximos	Promedio	Desviación Standard
Temperatura (°C)	27	31	28,64	1,21
Salinidad	35,3	38,4	37,07	0,76
pH	6,8	8,6	7,61	0,44
Alcalinidad Total (mgCaCO₃/L)	109	147	124,64	21,21

Margalef (1991) señala que los afloramientos locales o de temporada son de menor importancia que los oceánicos, pero con patrones de mayor regularidad temporal. Losada (1988) considera que para estos ambientes arrecifales venezolanos los valores de temperatura del agua por encima de lo normal podrían reflejar condiciones de *stress* ambiental vinculados a procesos de blanqueamiento en las comunidades coralinas. Igualmente Atwood et al., (1996) considera que en áreas insulares y costeras coralinas el agua incrementa o disminuye su temperatura mucho más rápido que en otros ambientes marinos.

Monente (1987) reportó para esta misma zona de Golfo Triste temperaturas de 26°C y 27°C en todas las campañas con salinidades >36 para mayo de 1983 y las tipificó como aguas de surgencia. Muller- Karger y Valera (1980) establecieron para las aguas superficiales del oriente del país dos períodos de dominio de surgencia (marzo-mayo) y julio-noviembre con un lapso transicional (diciembre-febrero). Gómez (1996) coincide en señalar que el fenómeno de surgencia para el oriente del país es evidente en los primeros meses del año y sugiere otros factores intervinientes, como el efecto de grandes ríos, lagunas costeras, ondas internas y presencia de islas como causas de la fertilidad de las aguas durante todo el año para la producción de la sardina, más allá de la estacionalidad que aportan los nutrientes a los procesos de productividad primaria.

En esta investigación la dominancia de surgencia sólo podría reportarse en el período de enero a mayo de cada año estudiado; situación ésta coincidente con los máximos de velocidad del viento y los mínimos de pleamar y de precipitación (Figura 2). Este rango de afloramiento se corresponde con lo planteado por Gómez (1996) con la presencia de la surgencia durante la estación seca (primer semestre del año) en la costa nororiental venezolana. Herrera y Febres, (1975b) indican que los vientos con velocidades superiores a 6 m/s ocasionan surgencias intensas. En este estudio el viento alcanzó velocidades entre 9 m/s y 13 m/s entre los meses de enero y mayo (1969-1989) (Figura 2) según la data hidroclimatológica de la Estación Puerto Cabello. Igualmente, Monente (1987) considera que los factores hidroclimáticos y la acción de

los vientos dominantes son componente fundamentales de los procesos de afloramientos.

Durante todo el período de muestreo el pH alcanzó un valor promedio de 7,6 (Cuadro 1) con un máximo de 8,6 para el mes de septiembre de 1994 y un mínimo de 6,8 para julio de 1994; coincidiendo los mínimos con el período de surgencia reportado. La prevalencia durante todo el año de valores promedios de pH de 7,6 podría reflejar condiciones de aguas productivas donde el llamado “efecto isla” según Margalef (1991) y Gómez (1996) estimularía diferentes niveles de fertilidad marina tanto locales como regionales debido a que el rompimiento de las ondas internas favorecerían la mezcla vertical con la consecuente variación térmica y de otros parámetros en las aguas superficiales hasta 100 m o más de profundidad. Las áreas de afloramientos se caracterizan por ser muy productivas pero igualmente fluctuantes no sólo en la composición de especies asociadas sino también en las condiciones hidroquímicas e hidrográficas del agua (Margalef, 1991). En el agua de mar los aniones HCO_3^- y CO_3^{2-} presentan una alta concentración que dan origen a pH alcalino entre 7,5 y 8,5 (De la Lanza Espino, 2001). Del Valls (1999) reporta valores de pH de 7,6 en la costas cercana al afloramiento de la Corriente de California y de 8,3 en zona más distante del mismo en aguas oceánicas. Este mismo autor indicó que los valores de pH se estabilizaron a distancias más lejanas del afloramiento.

En el presente estudio los valores mínimos de pH de 7,1 se relacionaron directamente con los máximos de salinidad y los mínimos de alcalinidad total de 109 mgCaCO_3/L (Figura 3). Se observa un máximo de alcalinidad total de 147 mgCaCO_3/L para el mes de septiembre de 1994 que podría reflejar un aumento en la productividad trayendo como resultado una mayor eliminación del CO_2 de la columna de agua (Del Valls, 1999) o que aunado a incrementos de la temperatura del agua (períodos sin surgencia) favorecerían los procesos de precipitación del CaCO_3 y que explicarían el valor de pH máximo de 8,6. Hernández- Ayón et al., (2003) plantea que cuando aumenta la salinidad en superficie y disminuye el pH, los procesos físicos (mezcla, salidas de CO_2 , surgencias, hundimientos)

predominan sobre los biológicos. Para estos autores el pH es un mejor indicador de surgencia que la temperatura y/o la salinidad. Situación esta típica no sólo en aguas superficiales costeras de latitudes tropicales sino también a nivel oceánico y de aguas profundas (De la Lanza Espino, 2001). Otras evaluaciones realizadas en zonas litorales de bahías profundas como Chichiriviche de la Costa en el estado Vargas, durante los años 1999, 2000, 2001 y 2002 indican las mismas relaciones de temperatura del agua, salinidad, pH y alcalinidad total de las reportadas en este trabajo, lo que podría sugerir dominancia de surgencias locales en puntos de la costa venezolana, aún no reportados hasta el presente (Cisneros y Barrientos, datos no publicados). Imágenes de satélites recientes proveídas por la NCEP/NOAA- disponibles en línea, indican valores de temperatura superficial del agua (SST) de 26 °C como el acumulado de siete días para la semana del 24 de febrero de 2007, evidenciando el período surgencia previamente caracterizado para la costa venezolana.

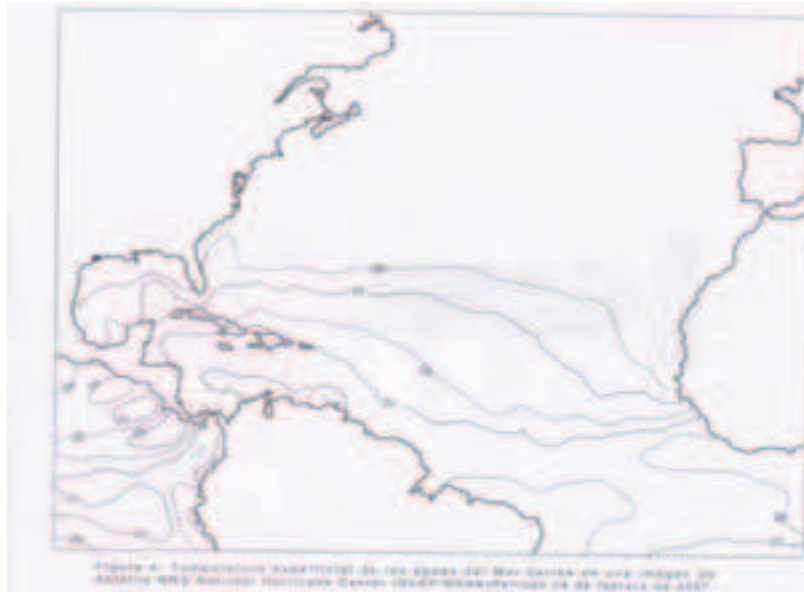


Figura 4. Temperatura superficial del Mar Caribe (Ocean Analysis-Reynolds Weekly) para un período de siete días culminando el 24 de febrero de 2007. Fuente: Environmental Modelling Center (NCEP/NOAA). Cortesía Prof. Sergio Foghin-Pillin. La flecha indica la isoterma de 26 °C.

CONCLUSIONES

La metodología utilizada en esta investigación, para la caracterización de la dominancia de surgencia, en el área de Golfo Triste para el lapso de tiempo estudiado, utilizó algunos parámetros químicos del agua como el pH y la alcalinidad total ampliando así el criterio multivariable tipificador de los afloramientos. La obtención de los parámetros mencionados en la costa barlovento de Isla Larga representaron en un principio puntos de control de las variables físico-químicas analizadas en dos lagunas hipersalinas presentes en este ambiente carbonático actual. Se caracterizaron las aguas superficiales de la costa barlovento de Isla Larga como de surgencia para el primer semestre del año, alcanzándose temperaturas mínimas de 27°C, salinidades máximas de 38 coincidentes con valores de pH ligeramente básicos y con alcalinidades totales de 109 mgCaCO₃/L. La presencia del período de surgencia esta regida por las condiciones hidrodinámicas particulares como velocidades del viento entre 9 y 13 m/s para los primeros meses del año, acompañadas por mínimas de pleamar y de precipitación. El presente trabajo aporta información de valores de temperatura superficiales del agua entre otros datos tomados "in situ" en aguas superficiales de la zona litoral a barlovento de Isla Larga.

Agradecimientos. Las autoras agradecen la colaboración brindada, por los estudiantes de los cursos de pregrado y postgrado del Departamento de Ciencias de la Tierra y la Maestría de Geografía Física, durante el desarrollo de la investigación y los numerosos trabajos de campo. A la Unidad de Transporte del Instituto Pedagógico de Caracas por el apoyo logístico en las salidas de campo y a sus conductores Ramón Salas, Carlos Monterola y Gustavo González.

REFERENCIAS

Atwood, D., Hendee, J y Méndez, A. (1996). An Assessment of Global Warming Stress on Caribbean Coral Reef Ecosystems. En: R.

- Gordon Eds. *Oceanography: Contemporary Readings in Ocean Sciences*, Oxford University Press, Inc, New York
- Barrientos, Y. (1998). *Estudio de algunos parámetros poblacionales del misidáceo Mysidium integrum TATTERSALL en Isla Larga, estado Carabobo, Venezuela*. Trabajo de Ascenso. UPEL- Instituto Pedagógico de Caracas
- Barreto, Y y Pauls, S. (2003). Comparación de la estructura comunitaria de un arrecife coralino natural y un arrecife artificial de Isla Larga, Parque Nacional. San Esteban. V Congreso Venezolano de Ecología. Sociedad Venezolana de Ecología. Isla de Margarita (Estado Nueva Esparta). (Resumen). p. 47
- Bastidas, M. y Bone, D. (1996). Competitive strategies between *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus sociatus* (Cnidaria: Anthozoa) at reef flat environment in Venezuela. *Bulletin Marine Science*, 59 (3): 543-555.
- Briceño, J. (1978). *Nociones hidrográficas-geográficas del estado Carabobo*. Ediciones del Ejecutivo del Estado Carabobo, Valencia:Venezuela.
- Cisneros, E. (1998). *Estudio Integrado en Ambientes Superficiales Hipersalinos- Evaporíticos de Isla Larga, estado Carabobo*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas.
- Cisneros, E y Barrientos, Y. (2002). Composición química, mineralógica y orgánica de los sedimentos presentes en los ambientes de acumulación actual de Isla Larga, Estado Carabobo. *Boletín Sociedad Venezolana de Geólogos*, 27 (1): 38- 47.
- Chollett, I., Klein, E y Castillo C. (2005). *Estimación del área de surgencia de la región oriental de Venezuela*. Ponencia presentada en el VI Congreso Venezolano de Ecología. Maracaibo del 8-11 noviembre.
- De La Lanza Espino, G. (2001). *Características Físico- Químicas de los Mares de México*. Instituto de Geografía. UNAM, Plaza y Valdés Editores México
- Delvalls, T. (1999). Underway pH measurements in upwelling conditions: The California Current. Medidas en continuo de pH en condiciones de afloramiento: La Corriente de California. *Ciencias Marinas* 25 (3): 345-365.

- Espinosa-Carreón., G. Gaxiola-Castro., J. Robles-Pacheco y S. Najera-Martínez. (2001). Temperatura, salinidad, nutrientes y clorofila *a* en aguas costeras de la Ensenada del Sur de California. Temperature, salinity, nutrients and chlorophyll *a* in coastal waters of the southern California Bight. *Ciencias Marinas* 27(3): 397- 422.
- Ford, W. y Deevey, E. (1946). *The determination of chlorinity by the Knudsen method*. Woods Hole Oceanographic Institute, Woods Hole, Massachusetts.
- Froelich, P., Atwood, D y Giese, G. (1978). Influence of Amazona River discharge on surface salinity and dissolved silicate concentration in the Caribbean Sea. *Deep Sea Research* 25: 735- 744.
- Fukuoka, J. (1964a). Observaciones oceanográficas cerca de la isla de Trinidad y en las afueras de la desembocadura del río Orinoco. *Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 24 (67): 91-97.
- Gade, H. (1961). On some oceanographic observations in the southeastern Caribbean Sea and the adjacent Atlantic Ocean with special reference to the influence of the Orinoco river. *Boletín Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente* 1(2): 287- 342.
- Ginés, H. (1982). *Carta Pesquera de Venezuela* (2). Área costera y Occidental. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Monografía N° 27. Corporación Venezolana de Fomento, Caracas.
- Golterman, H. (1969). *Methods for chemical analysis of freshwater*. IPB Handbook (8) Blackwell, Oxford.
- Gómez, A. (1996). Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21 (3):140- 146.
- Hernández-Ayón, J., Zirino, A., Marinote, S., Camino-Herrera, R y Galindo-Ber, M. (2003). Relación pH-densidad en el agua. pH-density relationships in seawater. *Ciencias Marinas* 29 (4): 497- 508.
- Herrera, L y Febres, G. (1975b). Kinematics of the wind-generated velocity field in the surface waters off eastern Venezuela, Caribbean Sea 14 (2): *Boletín Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente* 14 (2): 31- 44.
- Herrera, L. Y G. Febres, G. (1976). Características termohalinas de las aguas superiores del sureste del Mar Caribe durante la época de lluvias. *Boletín Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente* 15(1): 97- 114.

- Herrera, L., Febres, G y Andres, J. (1980). Distribución de las masas de agua y sus vinculaciones dinámicas en el sector centro-occidental venezolano, Mar Caribe. *Boletín Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente* 19 (1-2): 93- 118.
- Knudsen, M. (1901). Hydrographical Tables. Copenhagen, (Reimpreso, 1953).
- Losada, F. (1988). Report on Coelenterate bleaching in the southern Caribbean, Venezuela. En: J.C. Ogden and R.I. Wicklund, Eds. *Mass bleaching of coral reefs in the Caribbean: Report of a Workshop. National Undersea Research Program*, Silver Springs, Maryland.
- Marcucci, E. (1990). *Dinámica Sedimentaria en la Zona Costera*. Monografía sin publicar. Capítulo V. Caracas, Venezuela.
- Margalef, R. (1991). Ecología. Ediciones Omega, Barcelona. pp 951.
- Martín, A y Losada, F. (1991). Regeneración de heridas causadas por el poliqueto anfinomido *Hermodice carunculada* sobre corales escleractinios, hidrocorales y octocorales (Cnidaria), *Ecotrópicos* 4 (1): 18-26.
- Ministerio de la Defensa. (1990). *Las Dependencias Federales Transcendencia del Espacio*. Dirección de Geografía y Cartografía de la Fuerza Aérea Venezolana.
- Monente, J. (1986). Influencia del Orinoco en el Caribe. *Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 46 (125-126): 95-105.
- Monente, J. y Astor, Y. (1987). Observaciones hidrográficas superficiales en la región nororiental del Mar Caribe venezolano. *Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 47 (127-128): 125-148.
- Monente, J., Pujol, M y Jouanneau, J. (1994). Origen y composición de las masas de agua que ingresan al Caribe Suroriental. *Interciencia*, 19(2): 79- 85.
- Morrison, J y Nowlin, W. (1982). General distribution of water masses within the Eastern Caribbean sea during the winter of 1972 and fall of 1973. *Journal Geophysis Research* 87 (6): 4207- 4229.
- Muller-Karger, F y Varela, R. (1990). Influjo del río Orinoco en el mar Caribe: Observations con el CZCS desde el espacio. *Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 131-132-133-134 (IL- L): 361- 390.

- Perdomo, C. (1999). *Caracterización biológica de la formación coralina de la refinería El Palito y utilización de arrecifes artificiales como medida de recuperación*. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Núcleo de Nueva Esparta. Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Boca del Río.
- Picard, X y Goddard, D. (1972). Sedimentación de carbonatos en las Islas Larga, Alcatraz y Santo Domingo, Estado Carabobo. *Boletín Informativo Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo* 15: 54- 65.
- Picoli, L. y Stochausen, H. (1991). *Ambientes Carbonáticos Modernos en las Areas de Cayo Sombrero, Punta Tucacas y Chichiriviche, Estado Falcón. Estudio en Detalle de Cayo Sombrero, Cayo Pelón y Ambientes Hipersalinos de Cayo Sal*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Ramírez, P. (2001). *Corales de Venezuela*. Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente. Comisión de Investigación de la Universidad de Oriente. Fundación Cultural Conferrys. Talleres Gráficas Internacional, Porlamar. Venezuela. 219 p.
- Ramos, R y García, E. (2003). *Concentración de metales en el esqueleto de tres especies de corales en el Parque Nacional San Esteban*. V Congreso Venezolano de Ecología. Sociedad Venezolana de Ecología. Isla de Margarita (Estado Nueva Esparta). (Resumen) p.137
- Riera, R. (1982). *Distribución de la vegetación en una isla coralina (Cayo Borracho, Chichiriviche, estado Falcón*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Redfield, A. (1955). The hidrography of the Gulf of Venezuela. *Deep Sea Research* 3 (Suppl.) pp. 115- 133.
- Ros, J. (1979). *Prácticas de Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- Vásquez, E. (1989). Características morfométricas de algunas lagunas de la planicie aluvial el bajo Orinoco, Venezuela. *Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*. Tomo IX: 131- 142.
- Vila, P. (1967). *Aspectos Geográficos de las Dependencias Federales*. Corporación Venezolana de Fomento. Caracas, Venezuela.

- Voltolina, D. (1978). Hydrological conditions in the Central zone of the Venezuelan Caribbean sea. February 1975. CICAR- II Symposium on Progress in Marine Research in the Caribbean and adjacent regions. *FAO Fisheries Report N° 200*. Supplement: 185- 210.
- Williams, T. (1980). *Las Maravillosas Islas Venezolanas*. Publicaciones Selenen. Caracas, Venezuela.
- Zazo, A. (1985). Hábitos alimentarios y algunos aspectos de la dinámica poblacional del poliqueto anfinómido Hermodice carunculada (Pallas), en Isla Larga, estado Carabobo. Tesis de Grado. Universidad Simón Bolívar, Caracas.
- Zirino, A., Fuhrman, R., Oksanen-Gooden, D., Lieberman, S., Clavell, C., Seligman, P., Mathewson, J., Jones, W., Kogelschatz, J y Barber, R. (1986). pH, temperature-nutrient relationships in the eastern tropical Pacific Ocean. *Science Total Environment* 58: 117-137.