

DINAMICA DE ALGUNOS PARAMETROS HIDROGRAFICOS Y BIOLOGICOS DEL CANAL DE ENTRADA DE LA LAGUNA DE LOS PATOS, CUMANÁ, VENEZUELA.

JOSE RAFAEL DIAZ RAMOS & ELVIRA FERRAZ-REYES

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

RESUMEN: La Laguna de Los Patos (Cumaná, Venezuela) ha sufrido grandes alteraciones antropogénicas. En este trabajo se estudian las variaciones temporales de parámetros hidrográficos y biológicos del canal de entrada de dicha laguna de marzo a noviembre de 1988. Los muestreos se realizaron cada seis horas durante 1 día, quincenal o mensualmente. Las temperaturas más bajas ocurrieron a las 0700 hrs. en marzo y abril y las más altas a las 1300 y 1700 hrs. en julio. La salinidad promedio máxima, 22‰, se determinó en junio y la mínima, 0‰, en septiembre. La concentración de oxígeno disuelto fue variable. Se detectó sobresaturación a las 1300 hrs. durante todo el estudio y anaerobiosis entre 0100 y 0700 hrs. de marzo a julio. Las aguas eran básicas (pH 7,21 - 9,66). De marzo a junio predominaron las cianobacterias; a partir de agosto los microflagelados. La densidad y la biomasa fitoplanctónica no variaron de modo significativo diariamente pero sí mensualmente. La biomasa promedio más alta, 1474 mg Cl a. m⁻³ se detectó en junio y la más baja, 6,15 mg Cl a. m⁻³, en octubre. La elevada biomasa, predominancia de cianobacterias y microflagelados y la anaerobiosis nocturna son indicadores del alto grado de contaminación de la laguna.

ABSTRACT: Los Patos Lagoon (Cumaná, Venezuela) has undergone great anthropogenic alterations. This paper analyzes the temporal variations of hydrographic and biological parameters at the entrance channel of this Lagoon during March-November 1988. Samples were taken every six hours during one day on a biweekly or monthly basis. Lowest temperatures were measured at 0700 hrs. in March and April while the highest ones were measured at 1300 and 1900 hrs. in July. Mean maximum salinity, 22‰, was determined in June while minimum one, 0‰, was determined in September. Levels of dissolved oxygen were variable. Supersaturation was detected at 1300 hrs. throughout the sampling period; anaerobiosis occurred from 0100 to 0700 hrs. during March-July. Waters were basic (pH 7.21 - 9.66). Cyanobacteria were predominant from March to June while microflagellates predominated from August onwards. Phytoplanktonic biomass and density did not show any daily significant differences, but did show monthly variation. Mean highest biomass of 1474 mg Cl a. m⁻³ occurred in June, while the lowest 6.15 mg Cl a. m⁻³, occurred in October. High biomass values, predominance of cyanobacteria and microflagellates, and nocturnal anaerobiosis were indicators of the high degree of pollution of the lagoon.

INTRODUCCION

Los sistemas lagunares costeros constituyen cuerpos de agua relativamente jóvenes en términos geológicos. Su gran productividad biológica ha sido una de las razones que han fomentado el establecimiento de comunidades humanas en sus alrededores. Esto ha traído como consecuencia el deterioro o la desaparición de un gran número de estos ecosistemas. La Laguna de Los Patos (Fig. 1) situada al oeste de Cumaná no ha escapado a esta tendencia. Sus aportes de agua dulce y marina se han reducido notablemente y en la actualidad las aguas servidas de las urbanizaciones El Brasil y La Llanada constituyen su prin-

cipal afluente. Entre los estudios realizados en esta zona se pueden citar el realizado por CARVAJAL ROJAS (1965) quien realizó un inventario de la macrofauna y la macroflora; CUMANÁ CAMPOS (1974) quien llevó a cabo un estudio taxonómico de las plantas vasculares; y GIL CORDOVA (1985) quien determinó el contenido de plomo y otros metales en los sedimentos de la laguna. Hasta ahora, la microflora y la microfauna de los espejos de agua no ha sido evaluada.

En este trabajo se estudian las variaciones diarias y mensuales de algunos parámetros hidrográficos y biológicos del canal de entrada de la Laguna de Los Patos (Cu-

maná, Venezuela) durante el período marzo-noviembre 1988.

MATERIALES Y METODOS

En esta investigación se ubicó una estación en el canal de entrada de la Laguna de Los Patos (Fig. 1) debido a que esta zona contiene agua durante todo el año. Las muestras de agua superficial se colectaron cada seis horas durante un período de 24 horas, quincenal o mensualmente, de marzo a noviembre de 1988. Los parámetros estudiados fueron: temperatura ($^{\circ}\text{C}$); oxígeno disuelto (ml. l^{-1}) mediante el método de Winkler (PARSONS *et al.* 1985); pH con un medidor de Ph modelo PICCOLLO (Hanna Co, Woonsocket, RI, USA); salinidad (‰) empleando un refractómetro manual ATAGO (Atago Co. LTD, (Japón); biomasa y densidad fitoplanctónica según los métodos descritos por UTERMÖHL (1958) y STRICKLAND & PARSONS (1972), respectivamente. Se aplicó un análisis de varianza de una vía para determinar si existían diferencias entre los registros diarios y mensuales de cada parámetro.

RESULTADOS

Al inicio del muestreo la laguna estaba recibiendo descargas intermitentes del sistema de aguas servidas del sector San Luis y mostraba un nivel de aguas máximo en plena época de sequía. Las descargas de aguas negras cesaron a mediados de abril y a partir de ese momento se notó una reducción progresiva del nivel de agua. Las obser-

vaciones realizadas el 21/VI/88 mostraron que la Laguna estaba seca, excepto en el canal de entrada. Con el inicio de la época de lluvias (mediados de julio de 1988), la laguna aumentó progresivamente su volumen. Durante la segunda semana de agosto se restableció el intercambio con el mar, el cual se mantuvo de modo intermitente durante el resto del período de estudio. Es interesante mencionar que durante los primeros diez días de agosto, la precipitación fue 178,8 mm; un valor superior al total mensual registrado para junio, septiembre, octubre y noviembre (datos aportados por la Estación Meteorológica del Instituto Oceanográfico, UDO, Cumaná).

Al restablecerse la comunicación con el mar se detectó la presencia de una gran cantidad de juveniles de camarón y lisa en el canal de entrada. En varios muestreos durante el período de lluvias se observaron pequeños grupos de personas aplicando hasta tres artes de pesca diferentes en esa área. El análisis de varianza aplicado indicó que no existían diferencias significativas entre los registros de cada parámetro exceptuando al oxígeno disuelto. Sin embargo, este análisis detectó diferencias significativas entre los valores mensuales de todos los parámetros estudiados.

La Fig. 2 muestra las variaciones mensuales (promedio diario) de la salinidad y la temperatura en la estación muestreada. La temperatura promedio más baja, $24,5^{\circ}\text{C}$, se registró en marzo. A partir de abril se observa una tendencia hacia el aumento del promedio diario y desde mayo hasta el final del muestreo se observaron valores superiores a $28,0^{\circ}\text{C}$. La salinidad del canal de entrada de la laguna fue muy variable. Al comienzo del período de

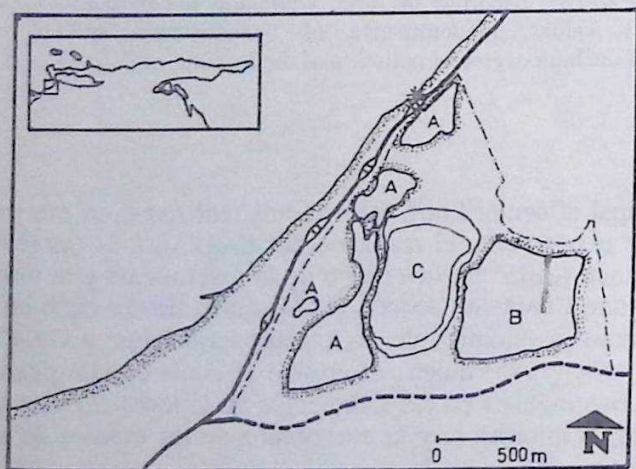


Fig. 1.- Mapa de La Laguna de Los Patos mostrando: * estación muestreada; A, espejos de agua; B) zonas pantanosas; C) Cerro La Malagüña.

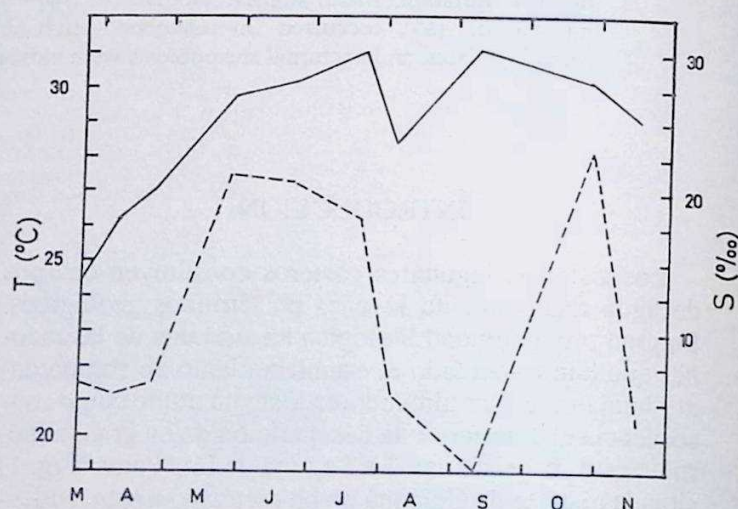


Fig. 2.- Variación mensual de: a. temperatura ($^{\circ}\text{C}$, —) y b. salinidad (‰ , ---) en el canal de entrada de La Laguna de Los Patos (Cumaná, Venezuela) de marzo a noviembre de 1988.

muestreo (marzo-abril) se registraron valores inferiores a 8‰ (Fig. 2). Al cesar la descarga de aguas negras se produce un aumento progresivo de la salinidad la cual alcanza valores promedio superiores a 15‰ en los meses de mayo a julio. Durante el resto del período de muestreo este parámetro fluctúa entre 0 y 22‰, debido a las precipitaciones y al flujo mareal.

El porcentaje de saturación de oxígeno promedio (Fig. 3) al igual que la salinidad fue variable. Los valores calculados oscilan entre 50 y 60% en marzo y abril, y son inferiores a 20% en mayo. A partir de este mes se observan valores superiores a 35% con un máximo de 90% en octubre.

La Fig. 4 muestra la variación diurna del porcentaje de saturación de oxígeno los días 24/03, 21/06 y 09/09/88. En las dos primeras fechas destaca la carencia de oxígeno (0% de saturación) que se produjo entre las 0100 y 0700 hrs. y la sobresaturación (230%) que ocurre a las 1300 hrs. el 21/06/88. Durante el día 09/09/88 también se observó una reducción drástica de este parámetro durante las 0100 y 0700 horas. Sin embargo, no se detectó anoxia.

Las aguas de la laguna mostraron un pH básico (Fig. 5) durante el período de estudio. En los meses de marzo y abril se detectaron valores alrededor de 9,0. En mayo se registra un descenso del pH, 7,5, y a partir de junio el valor oscila entre 7,8 y 8,1. La biomasa fitoplanctónica (Fig. 5) presentó valores promedio muy elevados en los meses de marzo y junio (alrededor de 750 y 1474 mg Cl a. m⁻³, respectivamente). A partir del mes de agosto se observaron valores inferiores a 10 mg Cl a. m⁻³. La densidad de la comunidad fitoplanctónica durante el período de muestreo varió de 3,4 x 10³ org.ml⁻¹ (octubre a 81 x 10⁶ org.ml⁻¹ (abril). En general, las densidades más elevadas se observaron en los meses de marzo y junio y co-

respondieron con los valores máximos de biomasa fitoplanctónica. Las cianobacterias (Fig. 6), entre ellas *Anacystis* sp., predominaron completamente durante el período marzo-junio. En julio se produjo un cambio en la comunidad fitoplanctónica; las clorofitas y las diatomeas desplazaron a las cianobacterias como grupo dominante. En el muestreo realizado en agosto aparecieron dinoflagelados y microflagelados; el último grupo fue el predominante durante el resto del estudio. Es importante señalar que durante el período septiembre-noviembre se encontraron cocolitofóridos en las muestras.

DISCUSION

Las condiciones climáticas características del Nor-Oriente de Venezuela son determinantes en las variaciones temporales de temperatura y salinidad de la Laguna de Los Patos (durante la estación seca, diciembre-mayo, las temperaturas son bajas y las precipitaciones escasas mientras que el período lluvioso, junio-noviembre las temperaturas son altas y las precipitaciones abundantes). Las escasas precipitaciones en la estación seca resultarían en valores de salinidad relativamente altos. Sin embargo, esto sólo se notó en junio (Fig. 2) debido a las aguas negras vertidas en la laguna durante marzo y abril.

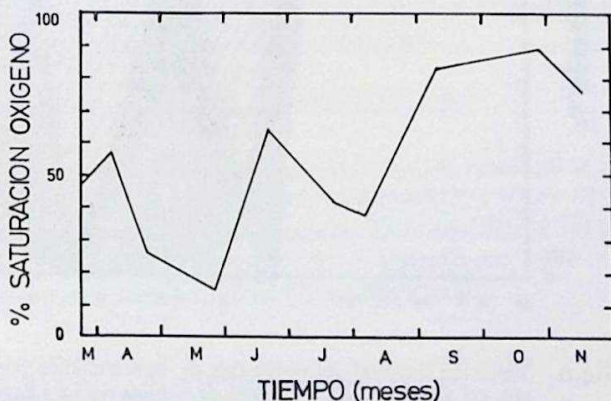


Fig. 3.- Variación mensual del porcentaje de saturación de oxígeno en el canal de entrada de La Laguna de Los Patos (Cumaná, Venezuela) de marzo a noviembre de 1988.

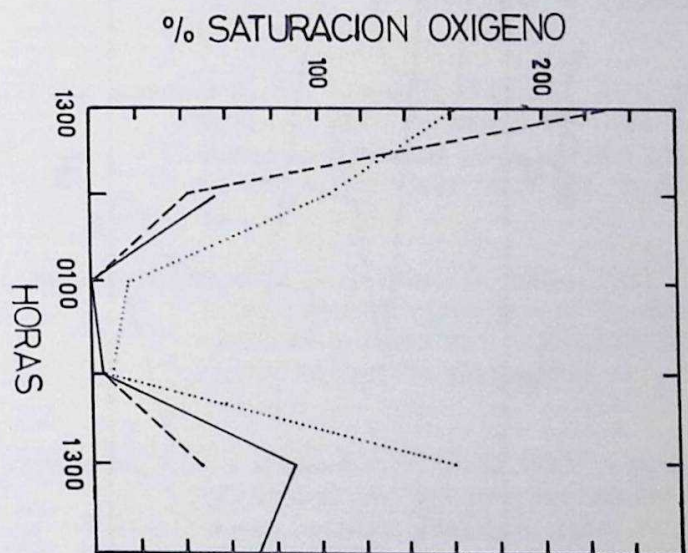


Fig. 4.- Variación diaria del porcentaje de saturación de oxígeno en el canal de entrada de La laguna de Los Patos (Cumaná, Venezuela) durante: 24-25/03/88 (—); 21/06/88 (---); 08/09/88 (...).

Las fluctuaciones de salinidad observadas a partir de agosto fueron causadas por el flujo mareal y por las precipitaciones. La presencia de cocolitofóridos (organismos netamente marinos) evidencia esta observación.

La variación mensual del porcentaje de saturación de oxígeno (Fig. 3) es uno de los indicadores del alto grado de contaminación de la laguna. Los valores más bajos de este parámetro se registran después del período de descarga de aguas servidas. Al iniciarse el período de lluvias se produce un transporte neto de materia orgánica de la laguna al mar. La demanda de oxígeno para la descomposición de la materia orgánica se reduce y se produce un aumento en el porcentaje de saturación de oxígeno. La sobresaturación de oxígeno (Fig. 4) a las 1300 hrs. y la carencia de este gas entre las 0100 y 0700 hrs. es típico de cuerpos de agua muy eutrofizadas o contaminadas. En un

estudio realizado en la Laguna de Las Maritas (Margarita, Venezuela) BONILLA & OKUDA (1974) encontraron que durante la noche se producía una reducción progresiva del oxígeno disuelto que se acentuaba al amanecer. Sin embargo, estos autores no informaron sobre la ocurrencia de períodos de anoxia nocturnos. La elevada biomasa fitoplanctónica (superior a 20×10^6 org. ml^{-1} y $1474 \text{ mg Cl a. m}^{-3}$ en junio) es uno de los factores que ocasiona fluctuaciones tan marcadas en el contenido de oxígeno disuelto del agua.

La reducción drástica de la biomasa fitoplanctónica (valores inferiores a $10 \text{ mg Cl a. m}^{-3}$) a partir de agosto no indica necesariamente condiciones negativas para el desarrollo del fitoplancton. LARA LARA & ALVAREZ BORRERO han medido valores de clorofila *a* de 0,8 a $15,7 \text{ mg.m}^{-3}$ en la Bahía de San Quintín. Esta bahía es una laguna costera relativamente libre de contaminación ubicada en una zona de surgencias en la costa oeste de Baja California (México).

La dominancia de cianobacterias y luego de microfla-

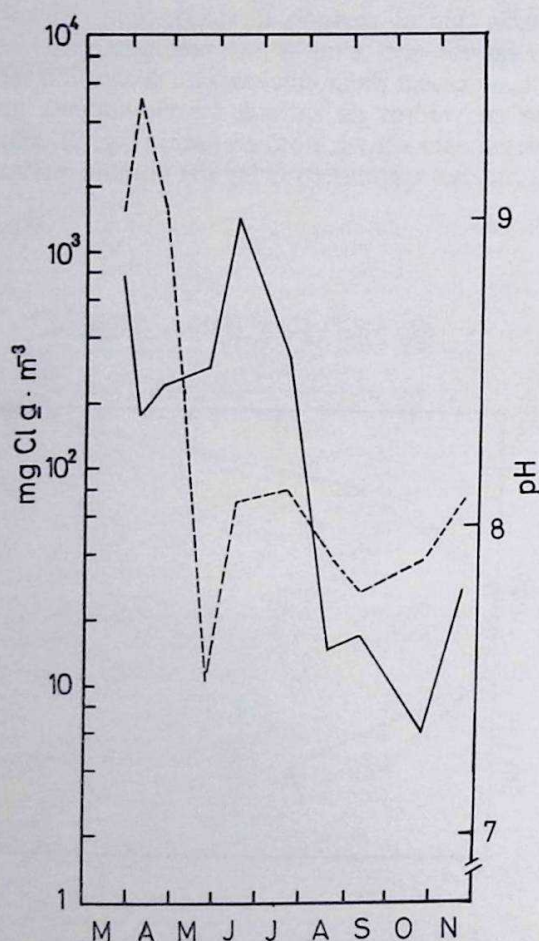


Fig. 5.- Variación mensual del pH(---) y la biomasa fitoplanctónica (—) del canal de entrada de La Laguna de Los Patos (Cumaná, Venezuela) de marzo a noviembre de 1988.

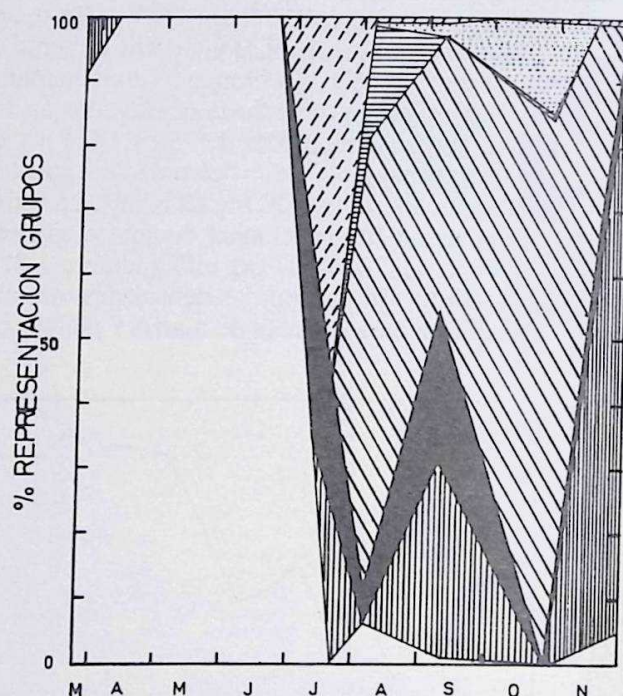


Fig. 6.- Variación mensual del porcentaje de representación por grupos del fitoplancton en el canal de entrada de La Laguna de Los Patos (Cumaná, Venezuela) de marzo a noviembre de 1988. □ cianobacterias; ▨ clorofitas; ▤ cocolito foridos; ▩ diatomeas; ▧ dinoflagelados; ▦ microflagelados; ▨ otros.

gelados es otro indicador de contaminación en la laguna bajo estudio. Las cianobacterias son organismos caracterizados por una gran flexibilidad fisiológica, lo que le permite sobrevivir en ambientes extremos (BOLD & WYNNE, 1978) mientras que los microflagelados presentan modos de nutrición muy diversos por lo que pueden proliferar en ambientes contaminados. Un caso similar ocurre en el Lago de Maracaibo en el cual la alta concentración de materia orgánica promueve el desarrollo casi exclusivo de cianobacterias y clorofitas. FAILLACE CARREÑO (1986) menciona que en la Laguna del Morro, Porlamar (Edo. Nueva Esparta) predominan las cianobacterias (cianofitas durante la sequía y las diatomeas durante la época de lluvias. El autor señala que la laguna estaba sufriendo alteraciones antropogénicas. Un caso contrario ocurre en la Bahía de San Quintín donde los organismos dominantes son diatomeas y dinoflagelados (LARA LARA & ALVAREZ BORREGO 1980; MILLAN NUÑEZ & ALVAREZ BORREGO, 1982).

La aparición de otros grupos fitoplanctónicos y de juveniles de camarón, lisa, etc. al comienzo de la época de lluvias y al restablecerse la comunicación con el mar sugiere que las condiciones de la laguna podrían mejorar si se mantiene la comunicación con el mar y/o el aporte de agua dulce. También sería necesario eliminar las descargas de aguas negras y como propuso Incostas Sociedad Civil (1981) un dragado de los sedimentos para mantener una cota negativa con respecto al mar. De este modo se aseguraría un intercambio continuo de aguas.

CONCLUSIONES

1. La elevada concentración de clorofila *a*, la carencia de oxígeno y la dominancia de cianobacterias y microflagelados son indicadores del alto grado de contaminación en la Laguna de Los Patos.
2. La eliminación de la descarga de aguas negras y la apertura permanente de la boca permitirían a mediano plazo la recuperación de este ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

Los autores hacen un reconocimiento especial a JOSE GARCIA y JOSE VELIZ, a OSCAR ALVAREZ y JULIO DI VITO y a los alumnos del curso de Biología Marina (Pregrado) y Crucero Oceanográfico (Postgrado) de 1988 cuya ayuda permitió la realización de este trabajo).

REFERENCIAS

- BOLD, H. C. & M. J. WYNNE. 1978. *Introduction to the algae*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. pp. XIV + 706.
- BONILLA, R. J. & T. OKUDA. 1974. Condiciones hidrográficas del agua y características químicas de los sedimentos de la Laguna de Las Maritas (Margarita). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 10(1): 81-91.
- CARVAJAL ROJAS, J. 1965. Estudio ecológico de las lagunas litorales vecinas a la ciudad de Cumaná, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 4(2): 266-311.
- CUMANA CAMPOS, L. J. 1977. Estudio taxonómico de las traqueofitas en lagunas litorales de Cumaná, Edo. Sucre, Venezuela. Trabajo de ascenso. UDO. pp. 131.
- FAILLACE CARREÑO, M. A. 1986. Factores físico-químicos, plancton y sedimentos de la Laguna del Morro de Porlamar, Isla de Margarita, (Venezuela). Tesis de grado para optar al título de Licenciado en Biología. UDO. pp. 101.
- GIL CORDOVA, M. 1985. Determinación de plomo y otros metales contaminantes en diferentes capas de sedimentos de la Laguna de Los Patos, Cumaná, Edo. Sucre. Tesis de grado para optar al título de Licenciado en Química. UDO. pp. 116.
- LARA LARA, J. R., S. ALVAREZ BORREGO & L. F. SMALL. 1980. Variability and tidal exchange of ecological properties in a coastal lagoon. *Est. Coast. Mar. Sci.*, 2: 613-637.
- MILLAN NUÑEZ, R. & S. ALVAREZ BORREGO. 1982. Effects of physical phenomena on the distribution of nutrients and productivity in a coastal lagoon. *Est. Coast. Shelf. Sci.*, 15: 317-335.
- PARSONS, T. R., Y. MAITA & C. M. LALLI. 1985. *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Pergamon Press, N. Y. pp. XIV + 173.
- SOCIEDAD CIVIL INCOSTAS. 1981. *Laguna de Los Patos, Edo. Sucre. Estudio de alternativas para su conservación. Informe mimeografiado*. pp. 35.