Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 57-65 (1990), 9 figs., 2 tabl.

HIDROQUIMICA DE LAS SUPERFICIE E INTERFASE AGUA-SEDIMENTO DE LA LAGUNA DE UNARE, VENEZUELA.

IRENA LONGA

Instituto Oceanografico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela. *

RESUMEN: Se estudiaron las hidrografía y sales nutritivas disueltas en aguas de las superficie e interfase de la Laguna de Unare, situada en la costa nororiental de Venezuela, durante los períodos de sequía, lluvia y transición lluvia-sequía. Se experimentó un método sencillo para colectar el material de la interfase. La concentración promedio de oxígeno disuelto fue de 3,9-6,1 µmol/l, y se presentó empobrecimiento en la interfase, causado por la demanda béntica de oxígeno. Durante la sequía, la concentración de nitrógeno inorgánico superó los 3,4 µmol/l,y la de fosfastos fue de 1,3 µmol/1; en tanto que el tenor de silicatos aumentó a 9,3 µmol/l; durante las lluvias. Los fosfatos y la salinidad de las aguas superficiales variaron según una ley de dilución simple en el curso de la mezcla aguas dulces-aguas marinas. En general, los nutrientes estaban influenciados por las aguas fluviales, la producción biológica interna, las interacciones con el sedimento y las infiltraciones de aguas marinas hacia la laguna.

ABSTRACT: Hydrography and dissolved nutrient salts in the surface and interface waters of Unare Lagoon, located in northeastern coast of Venezuela, during dry, rainy and rainy-dry transition periods were studied. A simple method for collecting the interface material was experimented. Dissolved oxygen concentration varied between 3.9-6.1 µmol/l and the interface exhibited impoverishment, because of benthic demand for oxygen. During dry season, the inorganic nitrogen proportion was superior to 3.4 µmol/l and phosphates concentration was 1.3 µmol/l, while silicates increased during rainy period reaching 9.3 µmol/l. Phosphates and salinity of surface waters followed a simple dilution law during sea water-fresh water mixture. In general, nutrients were influenced by river waters, internal biological production, interactions with sediments and the sea water infiltrations towards the lagoon.

INTRODUCCION

Los parámetros hidrográficos de la Laguna de Unare se encuentra dominados por las características ambientales tropicales, zona de influencia de esta laguna costera, la cual posee aporte de aguas continentales y, en época de lluvia, de aguas marinas.

La Laguna de Unare se caracteriza por poseer una espesa zona de las interfases agua-sedimento; región donde se alimentan y desarrollan las primeras etapas juveniles de ciertas especies, con una alta tasa de crecimiento (MARTÍNEZ, 1964). La laguna es de gran productividad biológica y orgánica, y sus recursos pesqueros se basan principalmente en camarones (*Penaeus schimitti),* lebranche *(Mugil lisa)*, lisa (*Mugil curema)* róbalo *(Centropomus ensiferus C. undecimalis).*

En la interfase agua-sedimento, la regeneración de nutrientes es primordial en el establecimiento de la productividad. Allí se permite la adsorción y desorción de nutrientes tales como fosfatos, y ocurren los procesos de nitrificación y desnitrificación. En consecuencia, los intercambios químicos en la interfase puede controlar el aporte de nutrientes a la columna de agua. A pesar que las interfases son zonas orgánicamente ricas, en especial en las lagunas costeras, les han dedicado pocas investigaciones. El objetivo de este trabajo es estudiar la hidrografía y la distribución de las sales nutritivas disueltas: amonio, nitritos, fosfatos y silicatos; analizando su comportamiento en las aguas de las superficie e interfase agua-sedimento; y su variación temporal durante los períodos de sequía, lluvia y transición lluvia-sequía.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Unare, situada en la región nororiental de Venezuela, tiene aproximadamente, una longitud de 22 km y un ancho máximo de 5,5 km (Fig. 1). Se encuentra

* Dirección Actual: LABORATORIO DE CORROSION, FACULTAD DE INGENIERIA,UNIVERSIDAD DEL ZULIA, MARACAIBO, EDO. ZULIA, VENEZUELA.

separada del Mar Caribe por una barrera cuyo ancho varía entre 200 y 600 m. Su región de mayor profundidad, hacia el sur, alcanza unos 2 m, mientras las zonas más someras apenas alcanzan unos 0,4 m. Se clasifica como una laguna parcialmente cerrada, las co– rrientes costeras mantienen el cordon litoral, mientras la baja energía en su interior favorece una importante acumulación de material sedimentario aportado por las Quebradas Seca y Cararache, y por los Ríos Unare, Cautaro y Chávez, principalmente el primero, único aporte en época de sequía. Durante las lluvias el Río Unare se comunica con el mar a través de su canal, de esta forma se abre el intercambio entre las aguas marinas y lagunares a través del mismo río.

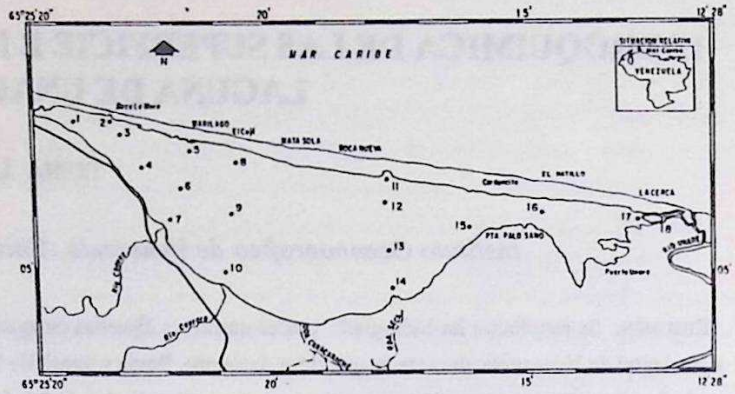


Fig. 1.- Laguna de Unare, ubicación de las 18 estaciones de muestreo.

MATERIALES Y METODOS

Se ubicaron 18 estaciones en el área de la laguna (Fig. 1) y se realizaron tres muestreo durante el año 1985; en sequía (abril), lluvia (septiembre) y transición lluvia-sequía (diciembre). Las muestras de la superficie fueron tomadas directamente, mientras que las de la interfase agua-sedimento se colectaron con una botella de Van *Dorn* horizontal, y una botella dotada de un sifón (diseñada en el laboratorio), la cual recolectó la muestra por diferencia de presión entre la superficie y la interfase (Fig. 2). La salinidad fue medida con un salinómetro inductivo; mientras que el oxígeno disuelto (método de *Winkler)* y los nutrientes fueron determinados según los métodos descritos por STRICKLAND y PARSONS (1972). Para efecto de este estudio se representarán solamente las distribuciones horizontales correspondientes a las aguas superficiales. Por problemas en la toma de muestras, no se determinaron nitritos, nitratos y silicatos durante la época de sequía.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. *Pluviometría.* El régimen pluviométrico de la zona de influencia ocupada por la Laguna de Unare se encuentra diferenciado por las estaciones de lluvia y sequía. El régimen de lluvia, el cual puede comenzar entre marzo y junio, y finalizar entre octubre y noviembre, se caracteriza por grandes variaciones en los valores mensuales y anuales de precipitación oscilando entre valores nulos y superiores a 200 mm/mes (tabla 1).

2. *Temperatura.* Esta se ubicó entre 26,0 y 30,0 °C en época de sequía; 28,0 y 32,0 ° C durante las lluvias, y 26,6 y 32,0 °C en período de transición. Debido a la poca profundidad de la laguna, no se encontró diferencia significativa entre las temperaturas de la superficie y la interfase. Las menores temperaturas correspondieron a la sequía; durante la cual coinciden fuertemente los Vientos Alisios de Noreste.

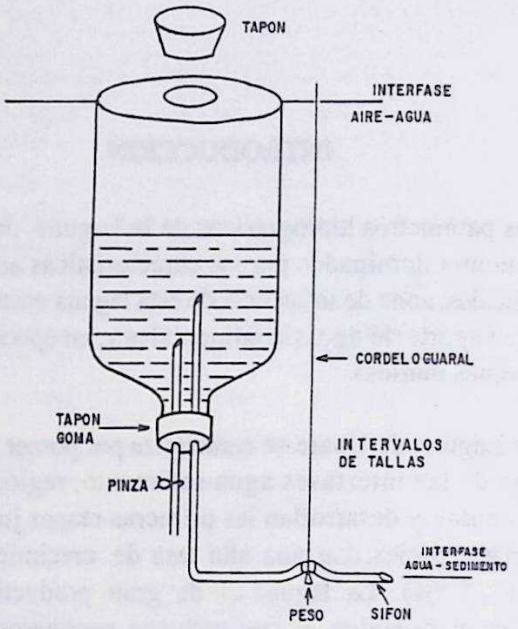


Fig. 2.- Botella diseñada para la recolección del material de la interfase.

3. *Salinidad.* Durante este estudio se encontraron salinidades que variaron entre 0,9 y 26,0 %. en sequía; 6,8 y 10,5%. durante las lluvias; y 3,3 y 16,6 %. en transición (Tabla 2). En el canal del Río Unare la salinidad aumentó de 0,2%.

en sequía a 12,3 %. en transición, pasando por 8,5 %. en época de lluvia. En la figura 3 se puede observar el ligero incremento en período de transición. Datos reportados en los últimos 10 años señalan bajos valores de la salinidad, con menos variabilidad que los reportados en los años 1962-1964, debido a los diferentes represamientos realizados posteriormente en la Cuenca de Unare. Para entonces, la salinidad oscilaba entre 17 y 95 %. (OKUDA, 1965), por lo que se recomendó represar el Río Unare para evitar las catástrofes ecológicas causadas en la laguna por estos cambios ambientales extremos.

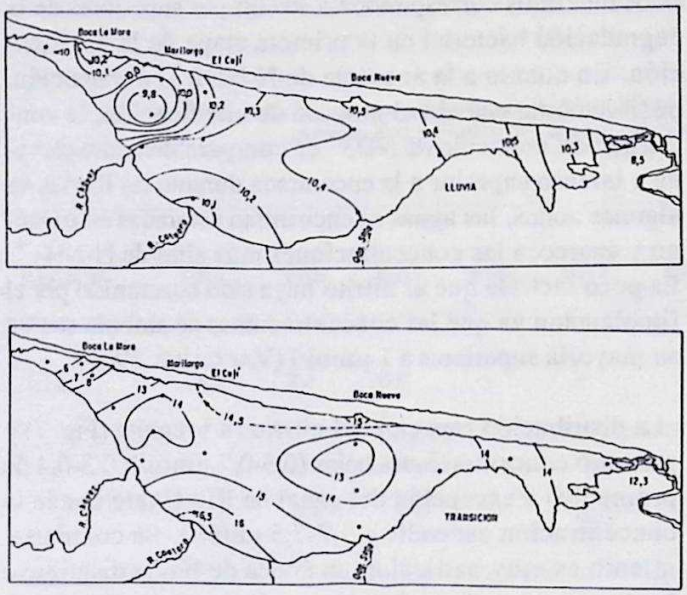


Fig. 3.- Distribución horizontal de la salinidad (%.) de las aguas superficiales durante los períodos de lluvia y transición.

4. *Oxígeno disuelto.* El oxígeno no presenta marcadas variaciones durante los tres períodos (Tabla 2); aunque señala variaciones locales, en función de las diferentes regiones de la laguna. El intervalo de concentraciones es 3,3-11,6 ml/l en sequía; 2,4-6,0 ml/l durante las lluvias y 3,4-12,3 ml/l en transición. Como se observa en la figura 4, la sobresaturación de oxígeno (del orden de 2 %) experimentada durante los períodos de sequía y transición se ubicó en Boca Mora (9,5-11,5 ml/l), extremo oeste de la laguna, donde la espesa zona de interfase es cubierta por una capa de agua poco renovada que apenas alcanza 10 cm; y se atribuye principalmente al intenso proceso fotosintético. Por otra parte, los valores más bajos y estables se registraron durante la época de lluvia, cuando se incrementan las descargas de los ríos a la laguna.

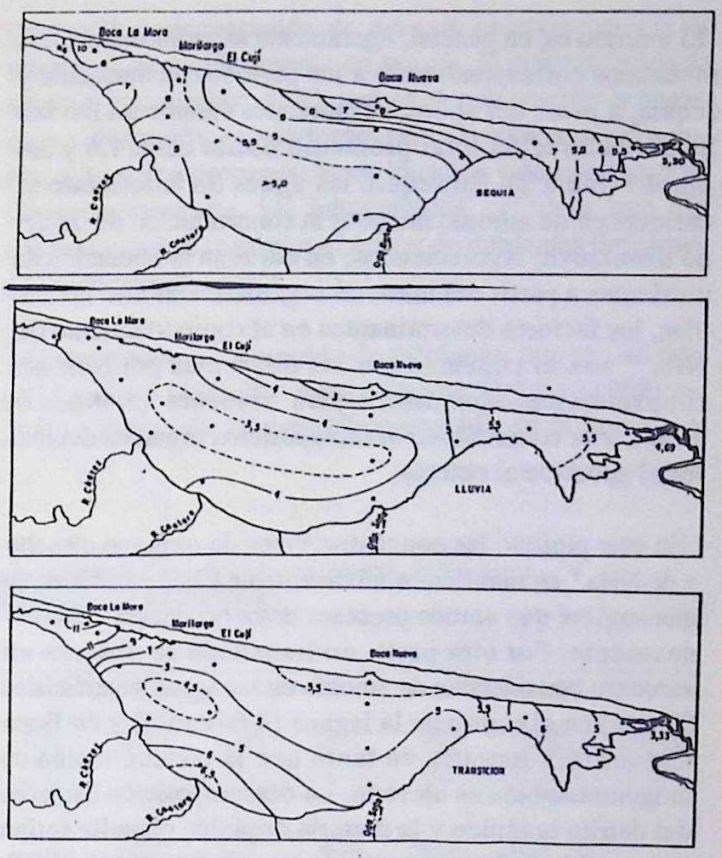


Fig. 4.-Concentración de oxígeno disuelto en las aguas de la superficie de la Laguna (ml/l); en las épocas de sequía, lluvia y transición.

La utilización del oxígeno en la interfase produce una caída de su concentración, con respecto a la de las aguas superficiales, del orden del 9 %.; en general, se sitúan altas concentraciones cerca de la flecha litoral, disminuyendo hacia el centro de la laguna y hacia la zona de la interfase. En esta zona se presenta empobrecimiento debido a la demanda béntica de oxígeno, la cual es generada por la oxidación de la materia orgánica y el uso del oxígeno por los organismos aerobios. La evaluación del oxígeno disuelto en el agua del sistema lagunar depende de diversos mecanismo de producción y consumo relacionado con las diversas variaciones estacionales que ocurren durante el año.

5. *Nutrientes:*

5.1.- *Compuestos nitrogenados inorgánicos:* En la Laguna de Unare la principal fuente de elementos nitrogenados son las aguas fluviales, y de las tres formas de nitrógeno inorgánico predomina el amonio mientras el nitrito presenta las menores concentraciones.

El amonio es, en general, ligeramente superior durante los muestreos correspondientes a los períodos de transición y sequía, a pesar del aporte de nutrientes durante las lluvias. Su concentración total promedio oscila entre 1,6 y 3,4 µmol/l (tabla 2). En sequía las aguas de la interfase se enriquecen de amonio mientras la concentración de oxígeno disminuye; favoreciéndose en esa zona la liberación de nutrientes a partir del material orgánico. Durante las lluvias, los factores determinantes en el comportamiento del NH_4^+ son el consumo por las diferentes poblaciones fitoplantónicas abundantes para entonces (SPINIELLO, 1982); y la consecuente descomposición orgánica del material aportado al sistema.

En este período las concentraciones de oxígeno disuelto y de NH_4^+ se mantienen relativamente bajas y estables, lo que sugiere que ambos procesos están ocurriendo simultáneamente. Por otra parte, en transición se observa un aumento considerable de amonio en las aguas superficiales (Fig. 5) en el centro de la laguna (4,6 µmol/l) y en Boca Chávez (6,5 µmol/l), en tanto que la concentración de oxígeno también es elevada. La descomposición bacterial del detrito orgánico y la materia orgánica disuelta serían responsable de la producción de amonio (HATTORI, 1982), así como la producción biológica interna de la laguna.

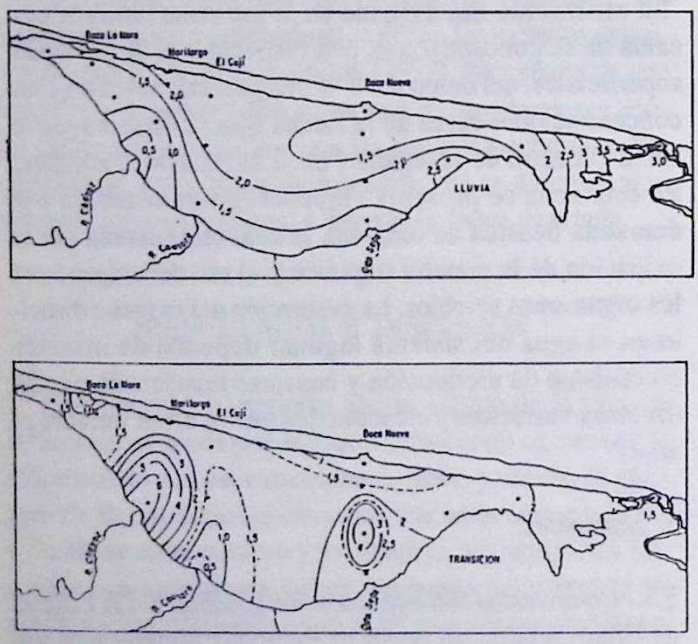


Fig. 5.- Distribución espacial del amonio (mol/l) en aguas de la superficie, durante la época de lluvia y transición.

Con respecto a los nitritos, no se evidencia su presencia en transición lluvia-sequía, excepto en la desembocadura del Río Unare (sólo en la zona de interfase; 0,14 µmol/l); lugar donde se ubica, en general, la mayor cantidad de nutriente, al alcanzar un máximo de 0,24 µmol/l en la interfase. Este tiene poca variación en su distribución, y como se observa en la figura 6, hay una acumulación hacia las regiones más profundas y occidental de la laguna (0,07 - 0,12 µmol/l). Es por tanto probable que gran parte del $N\text{-}NO_2$ provenga de la oxidación del amonio ya que para entonces el tenor de oxígeno disuelto disminuye y el de NH_4^+ es ligeramente alto en esas zonas. Es probable que estos máximos corresponden a los límites superiores de la degradación bacterial en la primera etapa de la nitrificación. En cuanto a la ausencia de $N\text{-}NO2^-$ en transición, posiblemente ocurrió el proceso de nitrificación, la concentración promedio de $NO3^-$ es comparablemente elevada e incluso superior a la encontrada durante las lluvias en algunas zonas, las aguas se encuentran saturadas en oxígeno y aparecen las concentraciones más altas de $N\text{-}NH_4^+$. Es poco factible que el nitrito haya sido consumido por el fitoplancton ya que las concentraciones de amonio son en su mayoría superiores a 1 µmol/l (VACCARO, 1965).

La distribución especial del nitrito es irregular (Fig. 7) y presentó concentraciones bajas (0,3-0,7 µmol/l; 0,3-0,4 de promedio) a excepción del canal de Río Unare donde la concentración ascendió a 5,7-7,5 µmol/l. Su comportamiento es muy particular: en época de lluvia disminuye hacia el centro de la laguna, mientras que en transición aumenta; distribución similar a la del oxígeno, caracteriza-

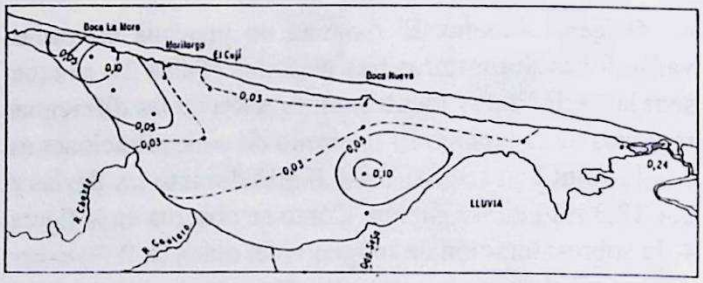


Fig. 6.- Distribución de los nitritos en las aguas superficiales durante las lluvias (mol/l).

ción provocada principalmente por la dirección de los aportes continentales. Es posible que las entradas de aguas marinas generalmente más pobres en nitratos causen un

efecto de dilución y hagan disminuir la concentración de esta sal nutritiva en la laguna. Manifestándose así una carencia hacia el centro de la laguna como reflejo de la circulación concéntrica en la misma. A pesar de ésto, no se encontró correlación significativa entre la salinidad y los nitritos, por lo que se interpreta que la entrada de aguas marinas a la laguna juega un papel secundario en la distribución de los nitratos en sus aguas.

Tomando en cuenta las altas proporciones de amonio con respecto a la de nitratos, se deduce que son acentuados los procesos de oxidación de la materia orgánica. Se puede así sugerir que hay una mayor regeneración de compuestos orgánicos nitrogenados vía amonio en la zona de interfase, ya que la concentración de amonio es mayor que la de nitritos y, específicamente en sequía, la concentración de amonio es superior en la interfase, donde ocurren la absorción y desorción de nutrientes críticos tales como el amonio, y suceden procesos de nitrificación y desnitrificación. Consecuentemente, los intercambios químicos que allí ocurren pueden controlar el aporte de nutrientes limitantes a la columna de agua.

Comparando el contenido de nitrógeno inorgánico con otros valores obtenidos anteriormente, OKUDA (1965) reportó valores de 10 µmol/l de amonio en la laguna, y BONNIN (1983) 10,46 - 14,95 µmol; mientras que OKUDA y BENÍTEZ (1985) obtuvieron 0,9 µmol/l de NH_4^+ y 1,7

TABLA 1.- Valores de precipitación (mm) en la zona de influencia de la Laguna de Unare. Región 1: La cerca extremo este y Región 2: Clarines, situada en el curso medio del Río Unare.

REGION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	3,3	2,8	0,0	–	–	–	–	135,9	61,1	43,5	143,2	18,3	–
2	0,0	0,7	2,2	*	28,5*	40,7	211,8	*	*	332,1*	20,5	31,2	667,7

TABLA 2.- Valores promedios de temperatura (° C), salinidad (‰), oxígeno disuelto (ml/l) y sales nutritivas (mmol/l) durante las tres épocas de estudio, en las aguas de la superficie (S) y la interfase (I) de la Laguna de Unare.

EPOCA	SEQUIA		LLUVIA		TRANSICION	
ZONA	S	I	S	I	S	I
T	27,0	27,3	30,6	30,4	29,0	29,3
S	22,6	22,7	9,9	9,9	12,7	12,8
O_2	5,9	5,0	4,0	3,9	6,1	5,7
NH_4	1,7	3,4	1,7	1,6	2,2	1,8
NO_2	–	–	0,06	0,05	0	0
NO_3	–	–	0,3	0,4	0,4	0,4
PO_4	1,3	1,1	0,6	0,6	0,2	0,2
SiO_4	–	–	9,3	9,1	4,5	4,2

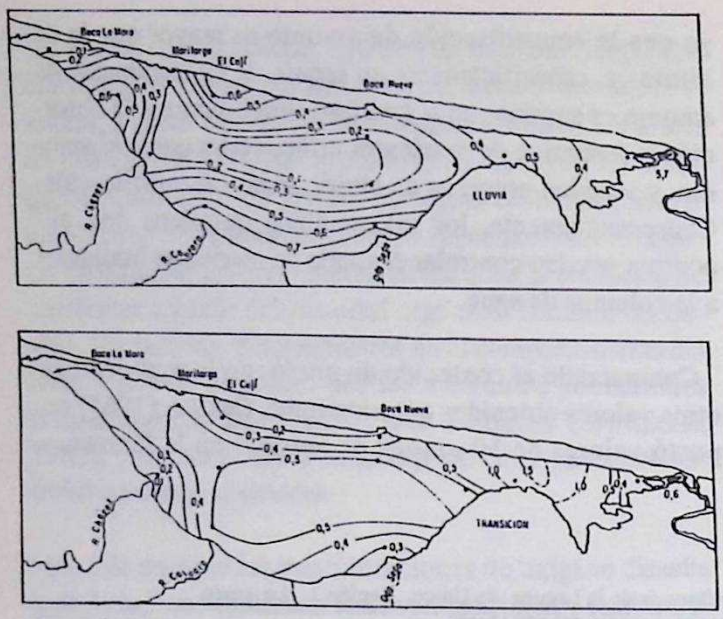


Fig. 7.- Concentración de nitratos (mol/l) durante los períodos de lluvia y transición, en aguas de la superficie.

mol/l de NO_3^-. En este trabajo se obtienen 1,7 - 2,2 µmol/l de NH_4^+ (con un máximo de 6,5 µmol/l) y 0,4 µmol/l de NO_3^-. Efectivamente, se ha producido una disminución de los niveles de nitrógeno inorgánico desde que la laguna cambio su condición hipersalina a hiposalina.

5.2.- *Fosfatos.* Los resultados de los fosfatos son difíciles de interpretar debido a las interacciones que existen entre los fosfatos disueltos en el agua y el sedimento. Se aprecia su evolución en la laguna, la disminución temporal de su concentración al pasar de sequía a lluvia y a transición, y el ligero descenso de la concentración promedio en la interfase durante la sequía (Tabla 2). Durante las lluvias la concentración disminuyó en la laguna (0,6 µmol/l en promedio), con respecto a la sequía (promedio de 1,1 - 1,3 µmol/l), excepto en el extremo oeste donde los fosfatos ascienden a 13,8 µmol/l Fig. 8). esta disminución puede estar relacionada con el incremento de la biomasa fitoplanctónica en esos meses del año, la cual utilizaría los fosfatos como nutrientes; mientras que la acumulación local sería provocada por la descomposición de la materia orgánica (la concentración de oxígeno es relativamente inferior en ese extremo), y por la desorción de los fosfatos del sedimento. Es precisamente en el extremo oeste donde el espesor de interfase es máximo.

El sedimento puede tener dos comportamientos opuestos y actuar como fuente o trampa de elementos disueltos. La liberación del fosfato en los sedimentos está afectada por la descomposición bacterial de la materia orgánica atrapada, además de los efectos de las mareas y los oleajes los cuales también juegan un rol no despreciable.

Durante la sequía las mayores concentraciones de fosfato se localizan en las desembocaduras de los riachuelos y las Bocas Mora y Nueva (Fig. 8). Los compuestos orgánicos

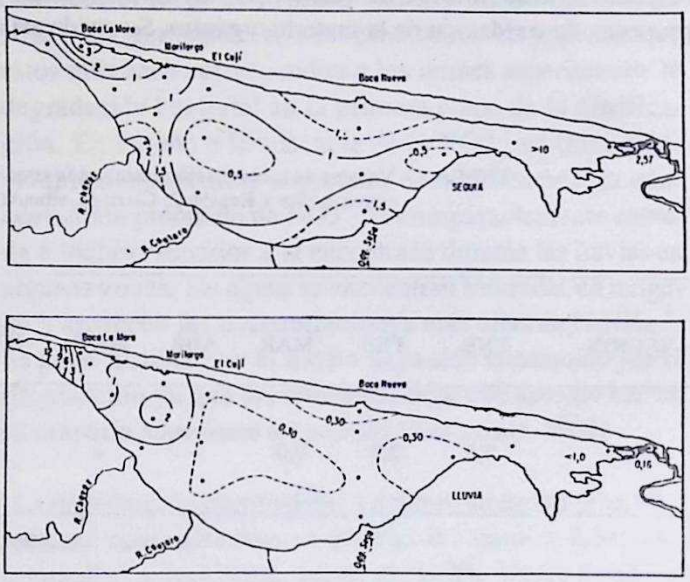


Fig. 8.- Distribución horizontal de los fosfatos durante las épocas de sequía, lluvia y transición, para las aguas de la superficie (mol/l).

de fosforo constituyen gran parte del elemento disuelto presente en las capas superficiales. Estos probablemente se originan de la descomposición y productos de excreción de los organismos resultando así un ligero aumento de la concentración en las aguas superficiales de las desembocaduras de los ríos. Estos mismos fenómenos de mineralización y excreción son unas de las causas del incremento de PO_4^{3-} en las aguas de la laguna durante la sequía. En relación a estos procesos, se presenta un incremento en la concentración de oxígeno, como se observa en la figura 4, indicio de la alta producción orgánica. Otra de las causas del aumento de los fosfatos durante la sequía, cuando se tiene la influencia de los Vientos Alisios del Noreste, es la movilización de los sedimentos, fenómeno demostrado por TASTET (1979). En aguas poco profundas pero con turbulencias provocadas por los vientos hay una puesta en

suspensión de los sedimentos de la interfase, una mezcla de los elementos con el agua intersticial, y la solución de una parte de los fosfatos hidrosolubles de las partículas. De igual forma, las infiltraciones de aguas marinas a nivel de la barrera litoral (BAY, 1981), influye en la concentración de fosfatos a la altura de sus bocas.

NICHOLS (1965) menciona la adsorción de fosfatos en el sedimento; por otra parte PYOTT *et al.* (1984) postulan que la disminución de los fosfatos en la zona de interfase es causada por su adsorción en el sedimento fango-arcilloso. Es entonces posible que exista un "hundimiento" de los fosfatos hacia el sedimento. El contenido de fosfatos en la interfase dependería de la velocidad de difusión hacia la superficie y de las reacciones químicas de la matriz mineralógica, todo ampliamente controlado por las condiciones de óxido-reducción del sedimento (FREITAS, 1983).

Para determinar el comportamiento de los fosfatos en función de la salinidad, se estableció una correlación inversa entre el contenido de fosfatos y las sales disueltas en la época de lluvia, tanto en la superficie como en la interfase (r = -0,86). Esto indica que la salinidad interviene fuertemente en las modificaciones de las concentraciones de fosfatos, las cuales varían según una ley de dilución simple en el curso de la mezcla aguas dulces –aguas marinas que ocurre en el interior de la Laguna de Unare.

En el período de transición lluvia-sequía los fosfatos varían poco y se comportan como nutriente limitante en casi toda la laguna (0,2 µmol/l), por lo cual se omite su representación gráfica. Frecuentemente, en lagunas tropicales la disponibilidad del fósforo es limitante (KRUMBEIN, 1981), mientras el nitrógeno es constantemente fijado por microorganismos y entre ellos bacterias procarióticas (quimiorganotróficas y cianobacterias fotonsintéticas) a una velocidad controlada por la disponibilidad del fósforo.

Comparando los valores obtenidos en esta investigación con los datos reportados por OKUDA (1965): 0,48 µmol/l y por OKUDA y BENÍTEZ (1985): 0,93 µmol/l; en la actualidad se presentan mayores niveles de fosfatos. En efecto, el incremento experimentando en la Laguna de Unare puede ser causado por una mayor acumulación de materia orgánica dentrítica la cual mineraliza produciendo fosfatos (contínuo aporte del Río Unare) y por la actividad biológica del fitoplancton y las bacterias.

5.3.- *Silicatos.* Tanto en lluvia como en transición los isogramas muestran la tendencia similar: disminuir la concentración de SiO_4^{4-} en forma prácticamente concéntrica hacia el centro de la laguna (Fig. 9). Se observó un intervalo de concentraciones de 4 - 30 µmol/l durante la época de lluvias (promedio: 9,1 - 9,3 mol/l), durante la transición lluvia-sequía descendió a 1 - 16 mol/l (promedio: 4,2 - 4,5 µmol/l. En el canal del Río Unare la concentración de silicatos alcanzó 46 - 48 µmol/l aproximadamente. La alta densidad de diatomeas presente durante las lluvias (BONNIN, 1983) probablemente influye en la concentración de silicatos, la disolución de las frústulas de diatomeas en un proceso rápido (ARMSTRONG, 1965) es posiblemente un aporte más de este nutriente a las aguas de la laguna.

La ligera disminución de la cantidad de silicatos disueltos en las aguas de interfase (Tabla 2) es muy pro– bablemente debido a que en el proceso de interacción sílice particulado - sílice disuelto, el sílice particulado sedimenta, mientras que el sílice disuelto es utilizado por organismos. Simultáneamente, puede ocurrir intercambio de material silíceo entre el agua y los sedimentos, o que éste se deposite en algunos sólidos. Tal efecto es sustentado por la disminución de los silicatos en la parte central de la laguna (Fig. 9) donde ocurre la mayor sedimentación.

CONCLUSIONES

Las características hidrográficas e hidroquímicas de la Laguna de Unare cambiaron radicalmente desde que represaron el Río Unare, lo cual ha modificado su patrón ambiental, pasando a ser una laguna hiposalina. Este estudio permite ratificar que existen infiltraciones de agua marinas a través de la barrera litoral, específicamente en Boca Mora y Nueva, e intercambio ocasional con el Mar Caribe por medio del Río Unare.

Las aguas de la laguna son altamente oxigenadas, incluso se encontró sobresaturación de oxígeno disuelto en el extremo Oeste de la misma; a pesar que en la interfase agua-sedimento se tiene un empobrecimiento de oxígeno el cual es producido por la demanda béntica de oxígeno.

Generalmente la concentración es ligeramente menor en la interfase, donde son favorecidos los procesos de liberación de nutrientes; al igual que la adsorción y desorción,

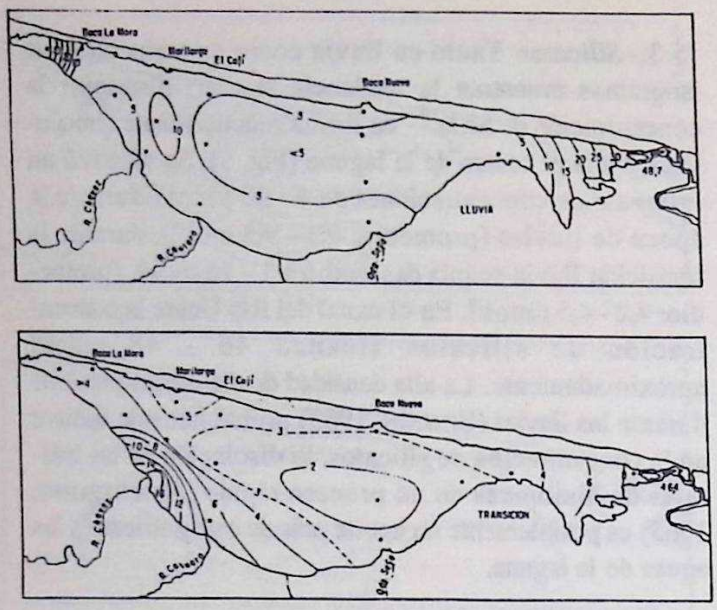


Fig. 9.- Silicatos en las aguas superficiales de la Laguna (mol/l) durante los períodos de lluvia y transición.

fenómenos reguladores del aporte de nutrientes a las aguas de la laguna.

Con respecto a estudios realizados en los años anteriores, la concentración de nitrógeno inorgánico ha disminuido. Teniendo en cuenta que disminuye como resultado de la actividad fitoplanctónica, y que es aportado por la descomposición de la materia orgánica in situ, se justifica la disminución de los niveles de nitrógeno inorgánico porque (1) la densidad fitoplanctónica es alta durante todo el año y ya no se observa plancton muerto como en los años sesenta; y (2) no ocurre la mortandad de organismos y su consecuente descomposición, antes de los represamientos del Río Unare.

La contínua acumulación de materia orgánica produjo un incremento de fosfatos en las aguas de la laguna. Estos y la salinidad varían según una ley de dilución simple en el curso de la mezcla aguas dulces - aguas marinas que ocurre en el interior de la laguna. La actividad biológica interna, las interacciones con el sedimento y las infiltraciones marinas influyen también en la variación de la concentración de fosfatos.

El muestreo realizado durante las lluvias indica un aumento de los silicatos disueltos. Probablemente la concentración está además influenciada por la presencia de diatomeas y por la interacción con sílice particulado y/o el sedimento.

Se puede concluir que la Laguna de Unare es un ecosistema rico en nutrientes y en producciones biológica y pesquera, y que aparentemente no se encuentra contaminada o en vías de eutrofización.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar un sincero agradecimiento al personal del Instituto Oceanográfico de Venezuela, en especial al personal del Departamento de Oceanografía Química, en las personas de JAÍME BONILLA, GILBERTO CEDEÑO, RAFAEL GARCÍA, NUMAS RAMOS y LOURDES DE PERÉZ. Así mismo a la Profesora HAYDELBA D'ARMAS DE CARDOZO por su gran calidad humana, y al DR. PEDRO ROA MORALES del Instituto de Zoología Tropical de la U.C.V.

REFERENCIAS

ARMSTRONG, F. 1965. Phosphorus, Silicon. Cap. 8 y 10 In: Riley, J. y G. Skirrow (eds.) *Chemical Oceanography.* Vol. I. Academic Press, London.

BAY, A. 1981. Análisis de sedimentos y sólidos en suspensión de la Laguna de Unare. *Tesis Lic. Química. Univ. Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.*

BONNIN, M. 1983. Estudio de la productividad primaria de la Laguna de Unare. *Tesis Lic. Biología. Univ. Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.*

FREITAS, J. 1983. Géochimie des eaux libres et interstitiels d'un Marais Salant au cours des divers phaphases du cycle annuel. *Tesis Doctoral. Instituto de Ciencias Naturales, Univ. de Nantes, Francia.*

HATTORI, A. 1982. The Nitrogen Cycle in the sea with special reference to biochemical process. *J. Oceanographic Society of Japan.* 38: 245 - 265.

KRUMBEIN, W. 1981. Biogeochemistry and geomicrobiology of lagoons and lagoonary environments. pp. 97 - 109. In: *Coastal Lagoon Research. UNESCO. Technical Papers in Marine Science.*

MARTINEZ, R. 1986. Ecología del *Bittium carabobo–*

ense (Weisbord, 1962) gastropodo prosobranchia béntico de la Laguna de Unare, Tomo I. *Inst. Oceanogr., Univ. de Oriente, Venezuela.*

NICHOLS, M. 1965. Organic production and phosphate in arid coastal lagoons. 847p. In: *Studies in Tropical Oceanography. Miami, U.S.A.*

OKUDA, T. 1965. Consideraciones generales sobre las condiciones ambientales en la Laguna y Río Unare. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. 3: 118 - 135.*

OKUDA, T., A. GARCÍA & J. BENÍTEZ. 1965. Variación estacional de los elementos nutritivos en el aguas de la Laguna de Unare y Río Unare. *Ibid.,* 4: 123–135.

PYOTT, C., R. A. COLER & D. DALE. 1982. Lake management nutrient budget. Department of Environmental Sciences. *Massachusetts Cooperatives Extensión Service. Eutrophication Series. Mass. U.S.A.*

REDFIELD, A., B. KETCHUM & F. RICHARDS. 1963. The influence of organisms on the composition of sea water. pp. 26 - 77. In: M. N. Hill (ed.) *The Sea,* Vol. II. Interscience Publ. U.S.A.

STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fisheries Research Board Canada, Ottawa,* 2d edition.

SPINIELLO, P. 1982. Composición, variaciones espaciales y análisis de sucesión del fitoplancton de laguna de Unare. *Tesis Lic. Biología. Univ. Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.*

SVERDRUP, H., M. JOHNSON & R. FLEMING. 1961. *The Oceans*. 12a. ed. Prentice –Hall, Inc. U.S.A.

TASTET, J. 1979. Environments sédim entaires et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guineé (Cóte d' Ivoire, Togo, Benin). *T esis Doctoral. Univ. Bordeaux, Francia.*

UNESCO 1981. Coastal Lagoon Research, Present and Future. *Unesco Technical Papers in Marine Science Boletín Nº. 32.*