

ALGUNOS ASPECTOS GEOQUIMICOS DE LOS SEDIMENTOS DE LA LAGUNA DE PIRITU, ESTADO ANZOATEGUI, VENEZUELA

JAIME BONILLA RUIZ

Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

&

CASTO JOSÉ GONZÁLEZ

Núcleo de Nueva Esparta, Universidad de Oriente, Guatamare, Isla de Margarita, Venezuela.

RESUMEN: Se determinaron algunos aspectos sedimentológicos y características químicas de los sedimentos superficiales en 12 estaciones de la Laguna de Píritu, en base al contenido y distribución de la materia orgánica (C-org, N-org, fósforo total, razón C/N) y de parámetros reductores (consumo de oxígeno y permanganato y azufre), mediante métodos clásicos de la geoquímica de sedimentos marinos. Granulométricamente los sedimentos están constituidos por una arena media fina (8,95%), limo grueso (6,17%) y arcilla (76,50%) con predominio de la fracción arcilla + coloides (58,31%). Según las curvas de distribución acumulativa, la deposición del sedimento es muy forzada y es mal clasificado. Por el análisis de difracción de rayos X de la fracción arcillosa, se detectó la presencia de Chlorita, goethita, muscovita, feldespato y cuarzo, demarcando así el origen marino y terrestre de los minerales. El contenido hídrico en los sedimentos (33,21-64,67%), se incrementó de la Boca, centro al occidente. El C-org (0,71-3,17%) y N-org (0,07-0,34%), señalan fenómenos contrarios a la humedad y al fósforo total (0,09-0,32%). La razón C/N (8,5-14,1), indica un equilibrio entre la deposición del material fresco y la descomposición orgánica. Las elevadas concentraciones de consumos de oxígeno (92,78-319,94 ppm), permanganato (11,43-111,99 mg O₂/g) y azufre (0,30-12,60‰), determinan una alta capacidad reductora de los sedimentos de la Laguna de Píritu. El contenido de la materia orgánica y de parámetros reductores señalan un comportamiento independiente excepto entre C-org y el N-org, con una fuente común; lo que indica que las divergentes características químicas de los sedimentos de la Laguna de Píritu están influenciadas por mecanismos y procesos bióticos y abióticos.

ABSTRACT: Sedimentological conditions and chemical characteristic of surface sediments were determined in twelve stations of the Píritu Lagoons in relation to the content and distribution of organic matter (C-org; N-org, total phosphorus, ratio C/N and reducing parameters (oxygen, permanganate and sulphur consumption) according to classical methods of Geochemistry for marine sediments. Granular sediments are constituted by semi-fine sand (8.95%), thick slime (6.97%) and clay (76.50%) with predominance of clay + colloids (58.31%). According to the accumulative distribution curvem, the sediment deposition is very forced and is badly classified. Through the diffraction analysis X rays of the argillaceous fraction, the presence of chlorita, goethita, muscovita, feldepar and quartz was detected, delimiting in this way the marine and earthen origin of minerals. The hydric contents of sediments (33.10-64.67%) was increased from the Mouth to the centre and west. C-org (0.71-3.17%) and N-org (0.07-0.34%) showed phenomena contrary to humidity and total phosphorus (0.09-0.32 %). C/N ratio (8.5-14.1%) indicate a balance between fresh material deposition and organic decomposition. High concentration of oxygen consumption (92.78-319.94 ppm), permanganate (11.43-111.91 mg-O₂/g) and sulphur (0.30-12.60‰) determine a high reducing capacity of sediments from the Píritu Lagoons. The organic matter contents and reducing parameters show an independent behaviour except with C-org and N-organic, with a common source; thus indicating that the divergent chemical characteristics of sediments from the Píritu Lagoon are influenced by biotic and abiotic mechanisms and processes.

INTRODUCCION

Geoquímicamente, un bioecosistema costero lagunar se considera como un cuerpo de agua somero de elevada fertilidad orgánica, siendo el centro de dos flujos de energía una que le llega del mar y la otra del continente, estando dinámicamente desarrollándose y cambiando su constitución biogeoquímica (KRUMBEIN, 1981).

Bioecológicamente, las regiones costeras, en especial

las lagunas litorales, poseen elevada producción biológica y acumulación de materia orgánica, tanto en la columna de agua como en sus sedimentos, prevaleciendo en la interfase agua-sedimento; LONGA & BONILLA (1987), si se compara con la fertilidad del mar afuera. Estas características determinan que esos ambiente lagunares sean un potencial vital de gran importancia científica y socio económica. Además, las albuferas costeras son bioecosistemas de transición entre el medio continental y el marino, constituyéndose en habitats típicos que alber-

gan un cúmulo de desechos antropogénicos procedentes de las actividades industriales, pesqueras, domésticas, agrícolas, mezclas de escorrentías límnicas, y mecanismos de degradación «in situ» de desechos bióticos, especialmente los biorresistentes, los cuales contienen y aportan grandes cantidades de materia orgánica e inorgánica. Esto conduce y favorece la fertilidad y el incremento de los procesos de eutroficación del biotopo lagunar como es el caso de la Laguna de Píritu. Las condiciones ambientales y ecológicas de la albufera pueden estar afectadas por los factores geomorfológicos, batimétricos y meteorológicos (amplia variación climatológica, OKUDA & BENÍTEZ, 1985); mareas, corrientes marinas, escorrentías límnicas, mecanismos hidrotérmicos, hidrohalinos y biogeoquímicos, los cuales juegan un papel determinante en los cambios diagenéticos, y en el origen del material sedimentario. Así, la materia orgánica en el sistema sedimentario, de los ecosistemas costeros, es la fuente de energía disponible para los diversos procesos biogeoquímicos que son los responsables de las alteraciones diagenéticas, que conllevan a cambios de los materiales tanto en su composición, como en las propiedades físico-químicas, (DE LA LANZA, 1986).

La Laguna de Píritu, situada en la Costa Centro Nor-oriental de Venezuela (Fig. 1), aledaña al área donde se realiza una intensa actividad industrial, petrolera: (Corpoven: refinación, carga y descarga de Petróleo) Criogénico, Petroquímica de Jose y actividad pesquera, siendo toda esta gama de desarrollo industrial la fuerza vital que proporciona la energía necesaria para el incremento de la economía regional y nacional.

El drenaje de los diversos desechos exógenos de estas industrias, junto los del área urbana y agrícola, de una u otra forma pueden afectar el ecosistema lagunar como resultado de una contribución relativa de una gama de compuestos orgánicos e inorgánicos. Estos producen cambios bioquímicos mediante el efecto de los procesos bióticos y abióticos alterando el equilibrio dulceacuícola y marino del bioecosistema albufera de Píritu.

Es escasa la información disponible sobre el conocimiento hidrobiogeoquímico del ecosistema Laguna de Píritu; GAMBOA *et-al.*, (1971); BALDA, (1976), HERNÁNDEZ (1983); OKUDA & BENÍTEZ, (1985); GONZÁLEZ, (1987) y BONILLA & CEDENO (1989).

Por tal razón, en la presente investigación se trata de

conocer algunas de las condiciones sedimentológicas y ciertas características geoquímicas de los sedimentos superficiales de la Laguna de Píritu, para así determinar su posible origen orgánico, tipo de sedimento predominante y mediante el análisis de rayos X conocer los minerales arcillosos constituyentes de los sedimentos, que permitieran evaluar y entender los cambios diagenéticos que puedan estar ocurriendo en el bioecosistema lagunar.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Píritu se encuentra localizada en la costa Centro Nor-oriental de Venezuela, al Nor-Oeste del Estado Anzoátegui; entre los 10° 02'43"-10°05'40" Lat. N. y 65° 02'43"-65°12'03" Long.W (Fig. 1). Geomorfológicamente el ecosistema lagunar se ubica en una zona árida de notable variación en las condiciones climatológicas, prevaleciendo la evaporación sobre la precipitación en + 1.500 mm por año (OKUDA & BENÍTEZ, 1985; GONZÁLEZ, 1987), esta marcada diferencia incide notablemente en las condiciones hidrogeoquímicas del ecosistema. La laguna está separada del mar Caribe por una barrera arenosa, cuya anchura varía entre 150 y 300 m, desarrollándose en la barra una densa población de manglares. Tiene una comunicación temporal con el mar Caribe al Este, en el extremo más oriental a través de una boca de aproximadamente 200 m de anchura, que se tapona y amerita su dragado para restablecer el intercambio del agua del mar y la laguna. Se encuentra invadida por el caudal del río Unare, por el Nor-Occidente mediante el Caño Píritu, vía del aporte de agua dulce, el cual prácticamente interrumpe su flujo durante la época de sequía debido a la sedimentación y a su geomorfología, lo que se traduce en un gran incremento de la temperatura y salinidad. En invierno esta condición adversa se minimiza por el caudal restringido del agua dulce, lo que caracteriza que en la Laguna de Píritu prevalece las condiciones hipersalinas.

Este bioecosistema ocupa un área superficial de 38 Km², con una longitud de 16,5 Km en dirección E-W y una anchura máxima de ± 5 Km en dirección N-S. Su máxima profundidad de 4,0 m se ubica en el canal a 200 m de la boca, y el biotopo en sí varía entre 0,3 a 2,5 m (Punta Flor) con una profundidad media de 0,8 m (años 83 al 86). En la época de sequía, la profundidad disminuye marcadamente pasando a ser laminar en el extremo occidental a consecuencia de una gran sedimentación, cierre de la boca en el extremo oriental, con marcada incidencia

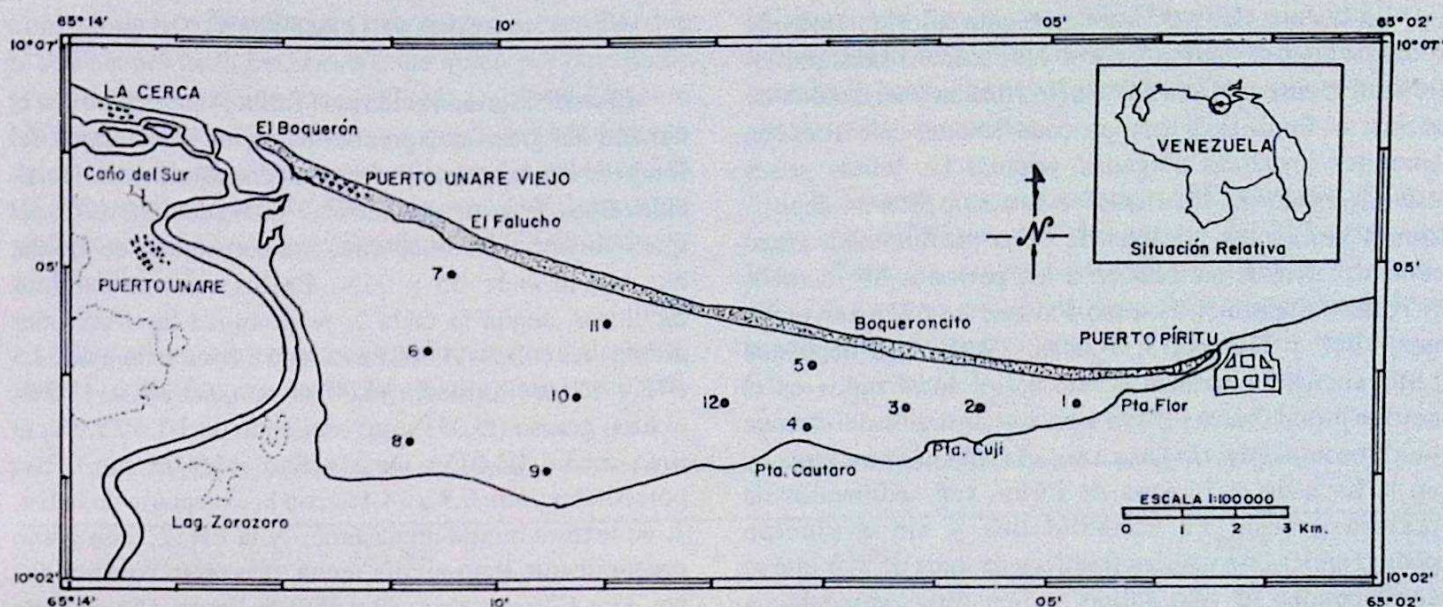


Fig. 1. Area de estudio y estaciones de muestreo.

climatológica, predominando la evaporación, lo que causa simultáneamente el aumento progresivo de la temperatura y la salinidad de las aguas caracterizándola como albufera hipersalina. La Laguna de Píritu mantiene una modesta producción pesquera artesanal, con una rica variedad de especie comerciales entre otros: el lebranche (*Mugil lisa*), la lisa (*Mugil curema*), el camarón blanco (*Penaeus ischlonitti*), el róbalo (*Centro pomus undecimalis*), la mojarra (*Eugerre plumiere*) y el bagre (*Arius spirixii*), GONZÁLEZ (1987).

MUESTREO Y METODO

La toma de los sedimentos del fondo en el albufera de Píritu se realizó en 12 estaciones (Fig. 1) con una draga tipo Diez Laffont de 0,02 m² de área, a bordo de una curiara (tipo canoa) típica del área, durante los meses de febrero y junio de 1986, correspondiente a las épocas de sequía y lluvias, respectivamente. Los sedimentos se refrigeraron a $\pm 4^\circ\text{C}$ hasta su análisis. Estos se secaron al vacío y $\pm 50^\circ\text{C}$ (liofilizador Uni-Trap 10-100) y pulverizados mediante trituración mecánica en mortero eléctrico (Fisher).

Se procedió al análisis geoquímico de los sedimentos, empleando la granulometría por el método de la pipeta (KRUMBEIN 1934), y la mineralogía de las arcillas usando la difracción por rayos X a la fracción arcillosa, sin ningún tratamiento especial (ROA & BERTHOIS, 1975).

La caracterización química de la materia orgánica (C-org, N-org, fósforo total y razón C/N), de los parámetros reductores (consumo de oxígeno y permanganato de potasio y azufre) y del contenido hídrico, se realizó mediante métodos clásicos de la geoquímica de sedimentos marinos, reportados en investigaciones anteriores: OKUDA, (1964); OKUDA *et-al* (1985); BONILLA & OKUDA, (1971); BONILLA & LIN, (1979); BONILLA, (1982); BONILLA *et-al*, (1986) y BONILLA & CEDENO, (1989).

RESULTADOS Y DISCUSION

ASPECTOS Y GEOLÓGICOS

La Laguna de Píritu conforma el biosistema Unare-Píritu que geológicamente según BALDA (1976), pertenece a la región de la Cuenca de Unare, la cual a su vez forma parte de la Cuenca sedimentaria Tuy-Cariaco, caracterizada por diferentes sistemas y patrones geomórficos que tipifican su relieve. Su origen se remonta hacia la época de la gran inestabilidad tectónica (diastrófica) al comienzo del Cretáceo, cuando empezó a formarse esa depresión sedimentaria que se encuentra separada del geosinclinal de Venezuela por la Cordillera de la Costa. Esta zona está enmarcada en la denominada Faja Tectónica Piemontina (alóctono) que es limitada al oeste por el corrimiento frontal (autóctono) y al este por la falla Urica (ORTEGA & FLORES, 1989).

La cuenca del río Unare presenta afloramientos de rocas de edad tan antigua como las caracterizadas predominantemente por una secuencia rítmica y monótona de areniscas, limolitas y arcillas, concreciones calcáreas con amonites y calizas plegadas, además las lutitas grises oscuras-verdosas, las cuales se corresponden en deposición a ambientes marinos de poca profundidad. Estos relieves rocosos pertenecen a los períodos Mesozoicos (Cretáceo superior), Eoceno-Paleoceno y Mioceno (PÉREZ, 1980 y ORTEGA & FLORES, 1989). Los depósitos sedimentarios aluviales (cuaternario) localizados en el cordón litoral (barra y playa arenosa), la región del drenaje unidireccional del río Unare por el Caño «Madre vieja» y en la boca de la Laguna de Píritu, son sedimentos de textura gruesa, no consolidados y sin evolución pedogenética con niveles freáticos de agua de mar que se corresponden al tipo salino sódico muy permeable y estériles de vegetación natural.

Se cree que la formación de la Laguna de Píritu fue debido a los procesos tectónicos unidos a las transgresión marina durante el holoceno que creó condiciones apropiadas para la formación de una costa de baja profundidad; que mediante la influencia de la corriente marina paralela a la costa y por el aporte de los sedimentos del río Unare, se configuró la barra litoral que separó la laguna primigenia del mar Caribe, formándose después un delta altamente constructivo de tipo lobulado que con el avance y descarga de los sedimentos del río Unare, la inmensa laguna primigenia se estranguló y se dividió en dos: Oriental (Píritu) y Occidental (Unare). Los sedimentos de estos ecosistemas lagunares contienen un alto grado de variabilidad granulométrica desde arenas muy gruesas a lodos plásticos muy finos, reflejando la amplia gama de fuerzas hidrogeoquímicas prevalencientes (POSTMA, 1981). En cuanto a la procedencia de los sedimentos lagunares, estos son aportados por diversas fuentes: El litoral costero, la barrera arenosa, el drenaje de los ríos, la producción biológica del agua de la laguna mediante procesos bioquímicos, precipitación, desorcpción, floculación, mineralización. Así mismo, las características biogeoquímicas de los sedimentos están relacionados directamente a la evolución y mecanismos físicos, químicos, biológicos y geológicos (transporte, biodeposición, sedimentación, turbulencia), movimiento de las aguas (mareas, olas y vientos) y la escorrentía línica continental (NICHOLS & ALLEN, 1981), afectan las especies que habitan en el ecosistema.

GRANULOMETRIA

El análisis granulométrico (Tabla 1) determina que el tamaño del grano que predomina en los sedimentos del fondo de la Laguna de Píritu están constituidos por partículas finas de textura arcillosa (> 60%) de dimensión del grano menor que 0,0039 mm, con porcentajes de arcilla, que varían entre 35 y 92%. En los sedimentos finos arcillosos, según la tabla 2, predominan las fracciones arcilla más colide (ϕ ,0001 mm) con un porcentaje de 22,3 a 72,4%; la arcilla media (ϕ ,00798 mm) entre 4,4 a 15,2%, el limo grueso (ϕ ,031 mm) oscilando de 1,1 a 25,9%; el limo medio (ϕ ,0156 mm) y fino (ϕ ,0078 mm), con porcentajes entre 0,8 a 14,1% con la excepción de la Est. 1, de textura arcilla-arena-limo, y la Est. 2, con grano predominante limo-arcilla-arena, que están constituidos por 33 y 17% de arena; 32 y 45% de limo y 35 y 38% de arcilla en las Ests. 1 y 2 respectivamente (Tabla 1). Es importante señalar que el material grueso de estos sedimentos se corresponde al material fino, caracterizándoles por contener una apreciable proporción de arena muy gruesa a arena muy fina (Tabla 2), principalmente de origen marino, la fracción predominante en ellos es la arcilla más colide (ϕ ,0001 mm), limo medio (ϕ ,0156

TABLA 1 Composición Granulométrica de los Sedimentos de la Laguna de Píritu

Estación	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clasificación
1	33	32	35	Arcilla-Arenosa-Limosa
2	17	45	38	Limo-Arcilloso-Arenoso
3	0	12	88	Arcilla
4	1	34	65	Arcilla-Limosa
5	0	12	88	Arcilla
6	5	10	85	Arcilla
7	0	15	85	Arcilla
8	0	20	80	Arcilla
9	2	12	86	Arcilla
10	1	12	87	Arcilla
11	0	8	92	Arcilla
12	0	10	90	Arcilla
\bar{x}	4,9	18,5	76,5	Arcilla-Limosa

mm) y limo fino ($\emptyset,0078$ mm). Es interesante resaltar que el sedimento de la Est. 4 está constituido por tamaño de grano de textura arcilla-limosa (Tabla 1), conteniendo un 65% de arcilla y 34% de limo. La fracción predominante de este sedimento corresponde a la arcilla más coloide ($\emptyset,0001$ mm) con 48,6%, el limo grueso ($\emptyset,031$ mm) con porcentaje de 25,9% y la arcilla media ($\emptyset,00098$ mm) con 10,1% (Tabla 2).

Según las características granulométricas de los sedimentos de la Laguna de Píritu (madre vieja) se puede

afirmar que los principales aportes del material sedimentario se realizan a través del Caño Píritu en el noreste; la barra arenosa al norte, y del mar, por su boca en el extremo más oriental.

De acuerdo a su grado textural (CARABALLO, 1973 y GONZÁLEZ, 1987) de los sedimentos de la Laguna de Píritu (Tabla 1), están constituidos por 4,92% de arena, 18,42% de limo y 76,50% de arcilla caracterizándola como una laguna típica de sedimentos plásticos finos.

TABLA 2 Composición granulométrica, de acuerdo a la fracción predominante, de los sedimentos la Laguna de Píritu.

Estc.	ARENA					LIMO				ARCILLA		
	ARMG %	ARG %	ARM %	ARF %	ARMF %	LG %	LM %	LF %	LMF %	ARCG %	ARCM %	ARC %
1	3,0	5,0	5,8	9,3	10,0	8,6	11,5	3,1	7,7	5,9	5,9	22,3
2	0,3	0,7	3,7	4,1	7,9	8,6	14,1	14,1	8,2	7,2	4,4	26,4
3						4,1	4,3	1,3	1,9	8,9	12,7	66,4
4						25,9	1,7	3,6	2,9	6,3	10,1	48,6
5						5,0	3,3	1,0	2,6	5,5	15,2	67,3
6						1,6	2,3	3,0	2,6	12,9	6,10	66,0
7						5,9	2,2	2,1	5,3	9,3	12,2	63,5
8						6,1	6,2	6,1	1,9	11,7	8,4	59,9
9						2,0	4,1	4,0	2,4	5,7	12,6	67,7
10						2,4	2,1	4,8	2,8	6,8	11,7	68,5
11						1,1	1,6	0,8	4,0	9,3	12,0	70,7
12						2,7	0,8	1,2	4,7	5,1	13,1	72,4
\bar{X}	1,65	2,85	4,75	6,70	8,95	6,16	4,51	3,75	3,91	7,88	10,36	58,31

ARMG: Arena muy Gruesa
 ARG: Arena Gruesa
 ARM: Arena Media
 ARF: Arena Fina
 ARMF: Arena muy Fina

LG: Limo Grueso
 LM: Limo Medio
 LF: Limo Fino
 LMF: Limo muy Fino

ARCG: Arcilla Gruesa
 ARCM: Arcilla Media
 ARC: Arcilla + Coloide

Conforme a la naturaleza de la fracción y grado predominante (Tabla 2), los sedimentos de la Laguna de Píritu están formados por 8,95% de arena media a fina (ARMF), 6,16% de Limo grueso (LG) y 98,31% de Arcilla + coloides (ARC). El mayor porcentaje de la Arcilla + colide oscila entre 70,7 a 72,4% en la Ests. 11 y 12. En general, la porción arcillosa predominante de los sedimentos naturales de ésta albufera (Tabla 2), en especial la ARC (58,31%), junto con el detritus orgánico e inorgánico suspendido en la masa de agua (BONILLA & CEDEÑO, 1989) son los responsables de la gran turbidez que presenta el bioecosistema.

Los sedimentos de la Laguna de Píritu, exhiben una gama de colores que depende del génesis, tipo y contenido de materia orgánica y de su capacidad reductora caracterizados por los procesos bióticos y abióticos. El color de los sedimentos en la Laguna varían entre amarillo-marrón (Est. 1 y 2) a gris oscuro-negro, verdoso para el resto de las estaciones.

En cuanto a las condiciones de sedimentación del bioecosistema Laguna de Píritu, los valores de los parámetros de desviación estándar (desviación o clasificación de los sedimentos) e índices granulométricos, según las curvas acumulativas en la Fig. 2. Esta muestra de la distribución de las curvas acumulativas de las fracciones finas de los sedimentos del ecosistema lagunar para las estaciones 1 a 12, caracterizándose en general que estas curvas acumulativas por ser muy tendidas o muy mal clasificadas con valores comprendidos entre $2,0 < a > 4,0 \phi$;

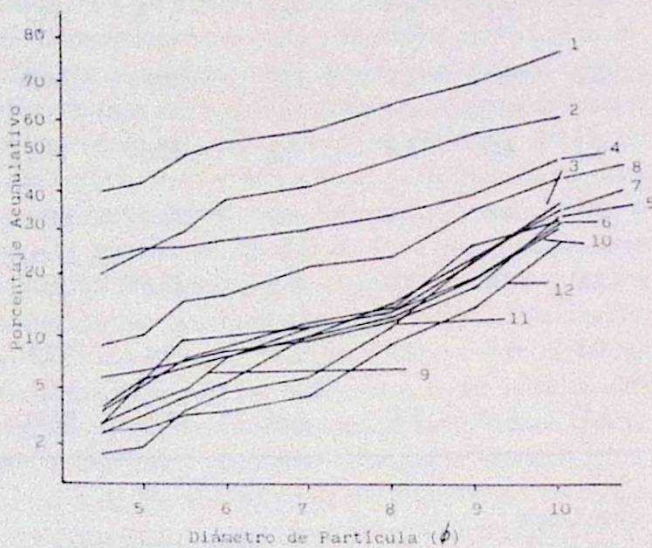


Fig. 2. Grupo de curvas de distribución acumulativas de las fracciones finas de los sedimentos superficiales.

que están evidenciando que son sedimentos depositado bajo proceso de acumulación forzado sin ninguna clasificación ó extremadamente muy mal clasificados. Observándose que en las Estaciones 1, 2, 4, y 8 las curvas distribución acumulativas están por encima del resto de las demás estaciones, señalando así un mayor porcentaje de material sedimentario arenoso muy fino (Est. 1 y 2) y a la vez una deposición muy forzada (CARABALLO, 1973), posiblemente debido a los mecanismos de transporte, sedimentación y a procesos biogeoquímicos y físicos.

En el resto de las estaciones, el rango de variación es muy estrecho y no presenta la forma de «ese», típica de las acumulaciones libres como resultado de un proceso de transporte por saltación y suspensión, y depositados al llegar a la laguna por pérdida de velocidad y exceso de carga (ZARSOSA, 1974). Estas curvas acumulativas muy mal clasificadas o acostadas algo articuladas, son típicas de depósitos de partículas sedimentarias de acumulación forzada que evidencian una deposición brusca, sin ninguna clasificación, reflejando que el material sedimentario es acumulado en un medio hidroggeoquímico relativamente tranquilo siendo el aporte principal de origen continental.

MINERALOGIA DE ARCILLAS

En el análisis de las arcillas por Dirección de rayos X, según la Fig. 3 se detectó la presencia de Chlorita, Goethita, Muscovita, Feldespato y Cuarzo (Tabla 3), destacándose el Cuarzo, Chlorita y Muscovita presentes en todas las estaciones. El Cuarzo y el Feldespato son aluminosilicatos de origen terrígeno, muy resistentes al desgaste y a la degradación, son aportados a la Laguna de Píritu, principalmente por el río Unare. La chlorita es un mineral arcilloso de color verde, rico en hierro, estando formado por capas de micas una trioctahédrica y otra estahédrica a base de magnesio y aluminio. Se puede formar a partir de neotransformaciones de la montmorillonita, mediante la inserción de una capa de magnesio, aluminio y grupos oxhidrilos. En los sedimentos de la interfase de la Laguna de Unare se encontró una composición mineralógica diferente a los sedimentos superficiales del fondo del bioecosistema de la Laguna de Píritu, prevaleciendo en los sedimentos interfaciales de Unare, las arcillas montmorillonita e Illita, que controlan la absorción de iones sodio, potasio y magnesio (LONGA & BONILLA, 1987). La muscovita es un mineral petrográfico muy común y corriente, característico de las rocas ígneas,

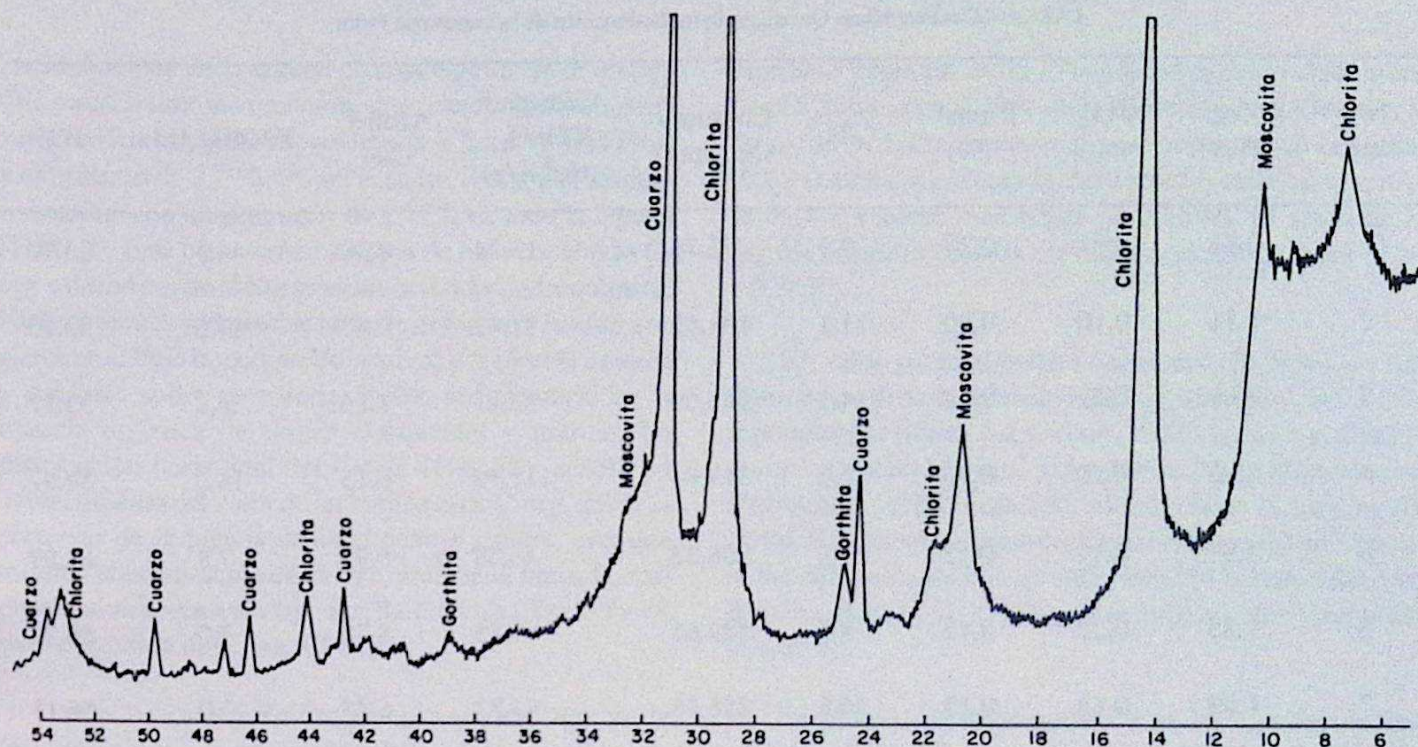


Fig. 3. Mineralogía de las arcillas por difracción de rayos X, indicando el mineral prevaeciente.

TABLA 3 Composición mineralógica de la fracción arcillosa en los sedimentos.

Nº Estación	Tipo de mineral predominante
1	Quarzo-Chlorita-Goethita-Muscovita-Feldespato
2	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato-Goethita
3	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato-Goethita
4	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato
5	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Goethita-Feldespato
6	Chlorita-Muscovita-Quarzo-Goethita
7	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato-Goethita
8	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato
9	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato
10	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato
11	Chlorita-Muscovita-Quarzo-Goethita
12	Chlorita-Quarzo-Muscovita-Goethita-Feldespato

como el granito, encontrándose generalmente asociada al cuarzo y al feldespato. La goethita, es un mineral arcilloso formado en condiciones de oxidación como producto de la meteorización de minerales que contienen hierro (HURLBURTH, 1952).

CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS

Las propiedades químicas de los sedimentos de la Laguna de Píritu se representan en la Tabla 4 y en las Figs. 4 a 6, para conocer su concentración, distribución, espacio temporal y así, tipificar algunos aspectos de su ambiente geoquímico en base al contenido hídrico, carbono y nitrógeno orgánico, fósforo total, azufre, consumos de oxígeno y de permanganato.

CONTENIDO HIDRICO

En la Fig. 4-A, se muestra la distribución regional del contenido hídrico de los sedimentos de la laguna con un incremento desde la Est. 1 a la Est. 12, es decir, de la boca (región oriental) hacia el centro y occidente de la laguna, guardando relación directa con el contenido textural de grano.

Dado que la mayor parte de los sedimentos están

TABLA 4 Características Químicas de los Sedimentos de la Laguna de Piritu

Nº Estc.	C-org. (%)	N-org. (%)	P-total (%)	C/N	Consumo O ₂ (ppm)	Consumo KMnO ₄ (mgO ₂ /g)	Azufre (‰)	KMnO ₄ /Azf.	H ₂ O
1	0,71	0,07	0,25	9,9	92,78	13,34	0,30	44,5	33,50
2	1,11	0,10	0,30	11,1	104,52	11,43	0,67	17,6	33,10
3	3,09	0,22	0,32	14,1	185,69	33,11	1,26	26,3	53,17
4	2,93	0,22	0,10	13,5	319,94	111,99	6,15	18,2	54,97
5	1,97	0,17	0,12	11,9	298,32	46,38	5,95	7,8	63,09
6	1,85	0,22	0,12	8,5	139,65	61,85	8,78	7,0	56,72
7	1,99	0,19	0,13	10,6	256,48	43,87	6,25	7,0	56,15
8	2,46	0,28	0,10	8,9	215,73	56,42	12,16	4,6	60,42
9	3,17	0,24	0,10	13,3	279,09	47,28	9,18	5,2	58,79
10	2,85	0,34	0,09	8,5	123,67	54,17	7,94	6,8	54,04
11	1,95	0,20	0,22	10,0	249,82	57,35	8,74	6,6	64,67
12	1,90	0,22	0,15	8,5	240,64	58,45	9,61	6,1	64,38
Prom:	2,17	0,21	0,17	10,7	208,86	49,64	6,42	13,1	54,00
σ_t	0,74	0,07	0,08	1,9	74,85	24,73	3,67	11,4	10,14

constituidos por partículas finas; arcillosas y arcillas-limosas, a excepción de las Est. 1 y 2, que prevalece el grado textural arcilla-arena-limosa y limo-arcilloso-arenoso, el contenido de humedad varía entre 33,10% en la Est. 1 (Punta Flor) a 64,67% en la Est. 11. La permeabilidad promedia para todas las estaciones es de 54,00%, con una desviación estándar de 10,14%, lo cual indica la gran variabilidad que existe en el contenido de agua dependiendo del alto grado de impermeabilidad y de permeabilidad de estos sedimentos. La distribución horizontal de la humedad (Fig. 5A) confirma el incremento hídrico mediante el aumento de las isolíneas desde la boca (35%),

hacia el centro norte sur, y occidente de la laguna (50a < 65%), demarcando el tipo y distribución del grano sedimentario fino en más de las tres cuartas partes del ecosistema lagunar, tipificando al ecosistema como altamente impermeable.

CARBONO ORGANICO

La distribución regional de Carbono Orgánico se representa en la Fig. 4B, observándose un comportamiento algo diferente con cierta tendencia inversa al de la humedad. En general, la concentración de C-orgánico en

los sedimentos de la laguna es baja a pesar de la textura fina (arcilla-limosa) predominante, observándose que el valor mínimo (0,71%) se presente en la Est. 1 (Punta Flor) y el máximo de 3,17% y 3,09% en las Est. 9 y 3, respectivamente, con un promedio de 2,17% en toda la laguna (Tabla 4). Esta característica típica de bajo contenido C-org. está indicando el alto grado de actividad hidroquímica, biogeoquímica y el posible arrastre orgánico y lavado que ejerce en el flujo imperante de la marea y la mezcla límnic y oceánica sobre el material fresco sedimentario en la materia orgánica de origen continental y marino. La distribución horizontal del C-org. (Fig. 5B), señala un decrecimiento del valor de las isóneas de C-org. desde la parte sur de la laguna hacia el centro y norte, con una mínima concentración en el este, área de la boca, la cual presenta un sedimento tipo arcilla-arenosa (Tabla 1), de bajo contenido de C-org. (0,71%).

Dada las características granulométricas típicas de los sedimentos y la poca profundidad de la laguna, es de esperarse que el contenido de C-orgánico aumente desde la boca de la laguna, hasta el extremo Occidental, Norte, y Sur, donde se encuentran los máximos valores.

La relativa baja concentración de C-orgánico a lo largo de la barra arenosa < 2,0%, probablemente se deba a la influencia del tipo de material acarreado, acumulado y depositado por el río Unare. Por otra parte, la variación y el bajo contenido en general de C-orgánico en los sedimentos de la Laguna de Píritu, a pesar de ser textualmente arcillosos-limosos, se debe a las condiciones óxido-reductoras y a los procesos abióticos que prevalecen (OKUDA *et al.*, 1965) en el bioecosistema lagunar, lo que condiciona y determina que sea un biotopo sedimentario con características típicas (BONILLA & LIN, 1979), y altamente reductoras (BONILLA & CEDEÑO, 1989).

NITROGENO ORGANICO

La distribución por estaciones de N-orgánico (Fig. 4C) es irregular y muestra un ligero incremento de la Est. 1 a la Est. 10, algo similar al C-orgánico. El valor mínimo de N-orgánico (0,07%) se encuentra en la Est. 1, la cual presenta un sedimento tipo arcilla-arena-limosa, el máximo valor (0,34%) en la Est. 10, con características de arcilla. El promedio general para la laguna es de 0,21% (Tabla 4).

La distribución horizontal (Fig. 5C) señala el compor-

tamiento parecido al de C-orgánico estando delimitado por la isónea de 0,20% en la dirección Nor-Oeste, a lo largo de la barra arenosa y con concentraciones altas (0,17-0,20%), a excepción del extremo oriental que presenta los valores más bajos (< 0,10%). El resto de la laguna presenta las más elevadas concentraciones (0,20 a 0,34%).

El valor promedio de N-orgánico (0,21%) en los sedimentos de la Laguna de Píritu, es similar al de 0,21%, reportado por BONILLA & OKUDA (1971), para los sedimentos de la Laguna Marites, y al valor de 0,22% obtenido por HERNÁNDEZ (1983) para los sedimentos de la Laguna de Píritu. Sin embargo, estas concentraciones son inferiores, si las comparamos con el valor de 0,84% reportado por BONILLA & GARCÍA (1975) en la Laguna de Campoma. (Tabla 5).

En general, la concentración de N-orgánico en los sedimentos de la Laguna de Píritu, puede estar afectada por diferencias en las condiciones ambientales, debido a la actividad abiótica y a los procesos hidrobiológicos y biogeoquímicos que se ocurren en el agua y en los sedimentos.

FOSFORO TOTAL

La distribución de P-total se presenta en la Fig. 4D, observándose un comportamiento del P-total diferente al de C-orgánico y N-orgánico. La concentración de P-total disminuye hacia el centro y occidente de la laguna (Ests. 4 a 10), apreciándose los valores más altos en el extremo oriental de la misma, indicando cierto aporte exógeno hacia esa área.

Las concentraciones de P-total (Tabla 4) varían entre 0,09% en la Est. 10 y 0,32% en la Est. 3, con un promedio de 0,17%. Horizontalmente el P-total (Fig. 5-D), señala una distribución divergente al Carbono y Nitrógeno Orgánico, con un incremento de la región oriental hacia el Norte, a lo largo de la barra arenosa y los valores inferiores al Occidente y Sur, de la laguna. En general, la baja concentración de P-total encontrado en los sedimentos superficiales de la Laguna de Píritu puede ser debido a varias causas: A la liberación de fósforo de los sedimentos mediante procesos bióticos o a la degradación de materia orgánica, en la cual los compuestos orgánicos de fósforo son más fácilmente degradables que el carbono y el nitrógeno. También, que el fósforo tiende a ser absorbido

rápida, dependiendo de la mayor o menor abundancia de superficies metálicas activas; LÓPEZ HERNÁNDEZ *et al.*, 1985.

RAZÓN C/N:

La distribución regional de la razón C/N se muestra en la Fig. 4E, observándose que es irregular, con altos valores en la zona oriental, indicativo de que el nitrógeno orgánico es degradado más rápidamente que el carbono mediante procesos bióticos y abióticos (BONILLA & CEDEÑO, 1989), aunque el aumento o disminución de la razón C/N no está relacionada con la cantidad de materia orgánica total, pero sí con la proporción de materia orgánica descompuesta y la no descompuesta mediante procesos biogeoquímicos en áreas altamente oxigenadas. Es decir, cuando la descomposición es mayor la razón aumenta y a menor, los valores son bajos. Así, valores altos de la razón C/N también indican que el mayor porcentaje de la materia orgánica es de influencia límnicolínica (POCKLINGTON & LEONARD, 1979).

La razón C/N varía entre 8,5 (Est. 6.10 y 12) y 14,1 (Est. 3), con un promedio de 10,7 muy cercano al valor promedio de los sedimentos marinos (Tabla 4). Esto indica que el proceso de descomposición y deposición de la materia orgánica reciente se lleva a cabo normalmente, señalando en estos sedimentos un equilibrio orgánico

Especialmente, la razón C/N (Fig. 6A) señala un incremento de las isóneas del Occidente-Centro al Sur y Oriente, dividiendo 10, que demarca el equilibrio orgánico de aportes límnicos, marino y los mecanismos biogeoquímicos *in situ* que caracterizan los sedimentos de esta albufera, prevaleciendo la descomposición orgánica desde el sur hacia la región oriental, similar fenómeno demarca el C-orgánico con los más altos valores.

CONSUMO DE OXÍGENO

En la Fig. 4F se presenta la distribución regional de consumo de Oxígeno por los sedimentos, con variación en forma mayores concentraciones en las Ests. 4, 5, 7, 9, 11 y 12, los cuales demarcan la capacidad altamente reductora de estos sedimentos.

El consumo de Oxígeno (Tabla 4) varía entre 92,78 ppm en la Est. 1. (Punta Flor) a 319,94 ppm en la Est. 4 (Punta Cautaro), con un promedio de 208,85 ppm. En la Fig. 6B, la distribución horizontal del consumo de oxígeno

no señala un incremento en las isóneas desde la región centro-occidental y oriental hacia el Centro, Norte y Sur, lo cual determina el alto grado de descomposición orgánica mediante los procesos bióticos y abióticos que caracterizan a estos sedimentos como altamente reductores.

En general, el consumo de Oxígeno por los sedimentos de la Laguna de Píritu es alto, comparado con el obtenido por BONILLA & OKUDA (1971) en la Laguna Las Marites de 81,8 ppm y por BONILLA & GARCÍA (1975) de 183,85 ppm en la Laguna de Campoma y similar a los sedimentos de Bahía de Barcelona 319,97 ppm (BONILLA *et al.*, 1986).

El alto consumo de Oxígeno puede ser que debido a la poca profundidad de la laguna, los sedimentos de este bioecosistema están más afectados por los procesos meteorológicos y hidrogeológicos que caracterizan un aporte exógeno considerable de material orgánico fresco determinando el carácter reductor que presentan los sedimentos, lo cual es confirmado por los elevados valores de consumo de KMnO_4 y Azufre. Así mismo no se encontró una buena correlación entre C-orgánico y Consumo de Oxígeno, similar fenómeno se obtuvo en los sedimentos de Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes (BONILLA *et al.*, 1986), indicando un comportamiento geoquímico independiente.

CONSUMO DE PERMANGANATO

Como reflejo del tipo de grano fino predominante de este sedimento y su potencial de reducción, la distribución del Consumo de Permanganato (Fig. 4G) aumenta progresivamente hacia el centro y occidente de la laguna, con la mayor concentración en la Est. 4 (centro), al igual que el Consumo de Oxígeno.

El Consumo de Permanganato de los sedimentos varía entre 11,43 mgO_2/g en la Est. 2. (El Playón) a 111,99 mgO_2/g en la Est. 4 (Punta Cautaro) con un promedio de 49,64 mgO_2/g .

La distribución horizontal (Fig. 6C) es homogénea, a excepción del área Sur-Central con los mayores valores. En general, este índice es alto en todos los sedimentos de la laguna, no así en el área de la boca que tiene baja concentración, indicativo de poca actividad reductora y orgánica.

Algunos aspectos geoquímicos de los sedimentos de la Laguna de Píritu, Estado Anzoátegui, Venezuela

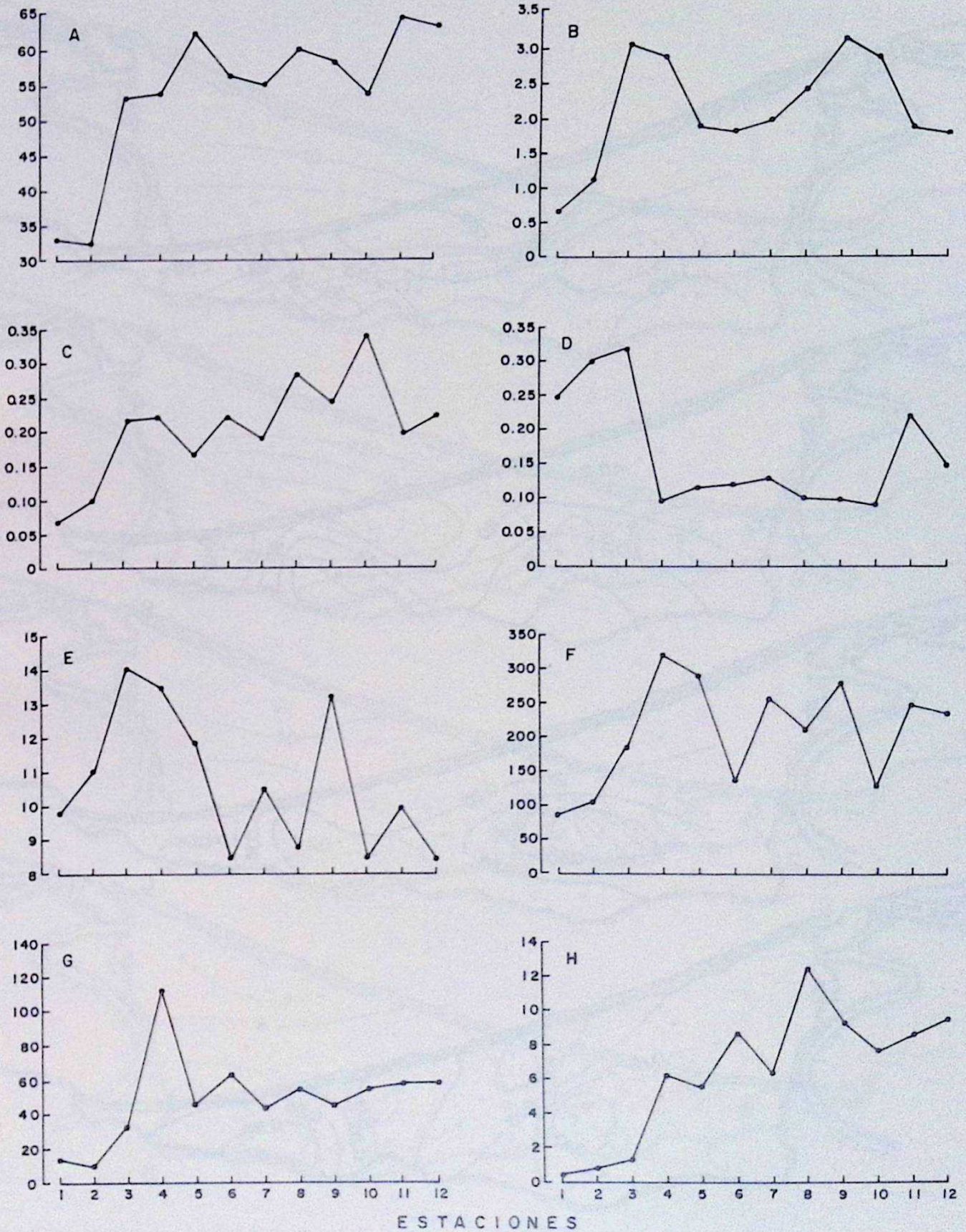


Fig. 4. Distribución por estaciones de la humedad % (A): C-orgánico % (B): N-orgánico % (C): P-total % (D): razón C/N (E): Consumo de oxígeno ppm (F): Consumo de KMnO₄, mgO₂/g (G): y Azufre %, (H), en los sedimentos.

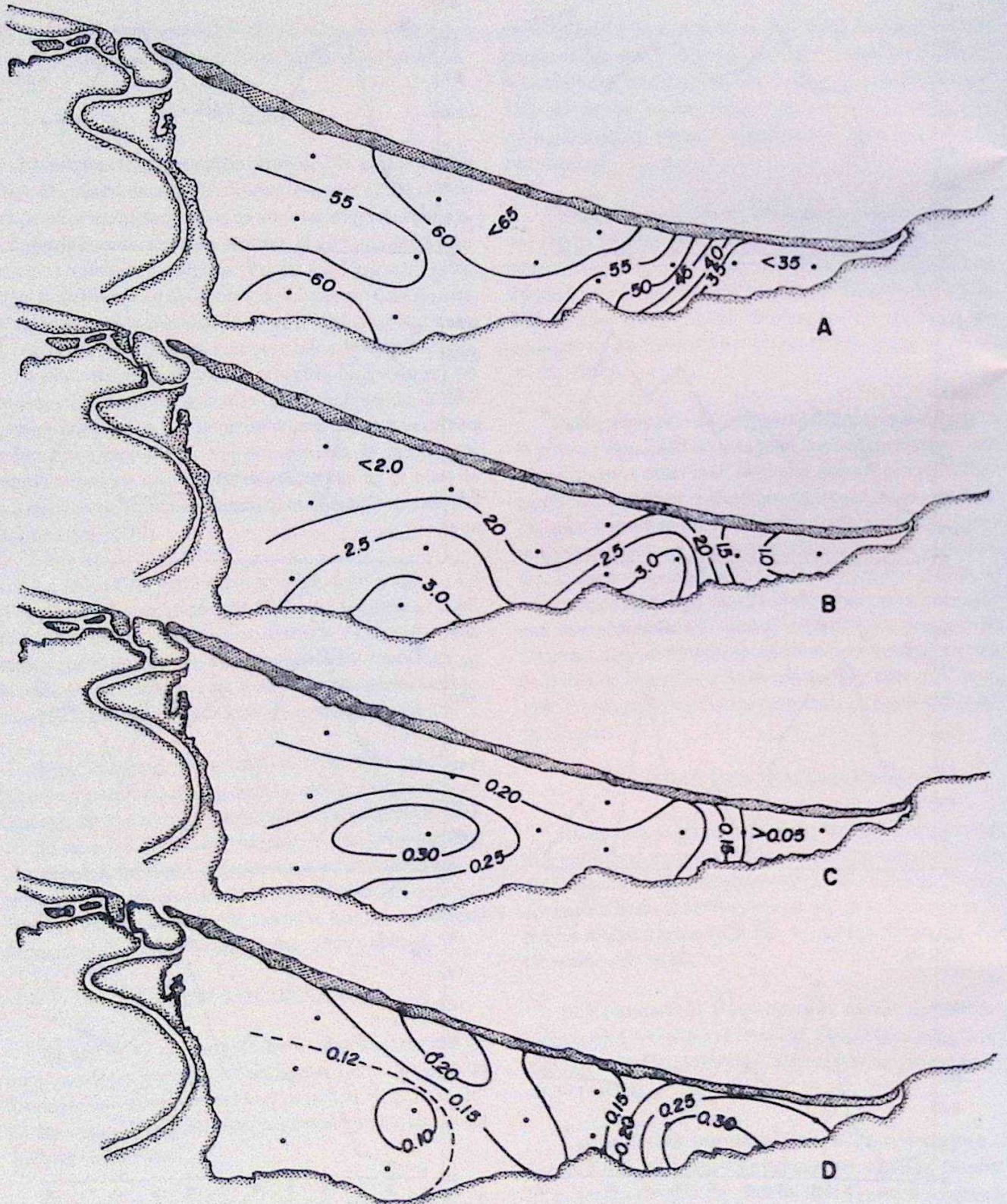


Fig. 5. Distribución horizontal del contenido hídrico % (A); del Carbono Orgánico % (B); del nitrógeno orgánico % (C); y del fósforo total % (D); en los sedimentos.

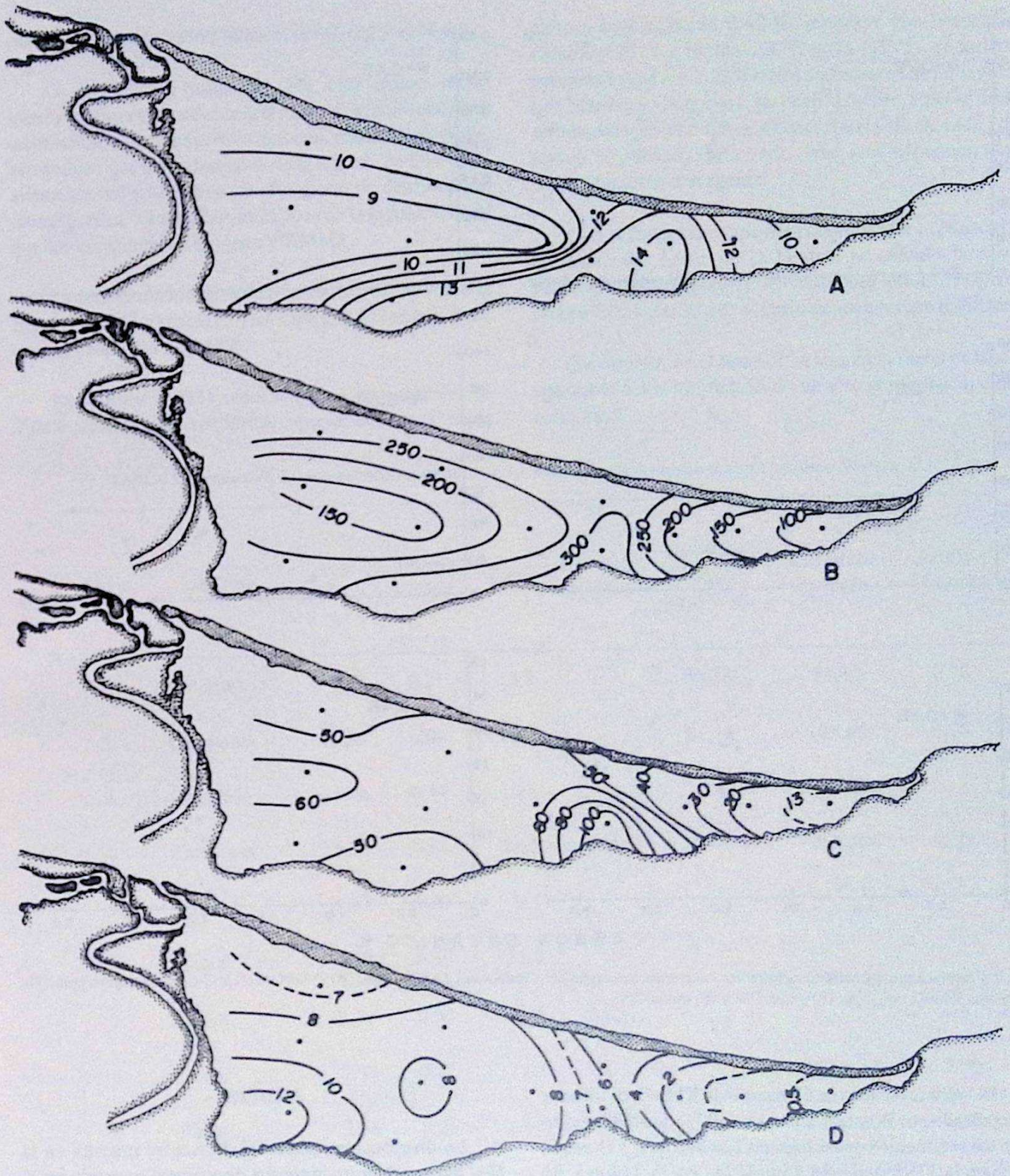


Fig. 6. Distribución espacial de la razón C/N (A): del Consumo de Oxígeno ppm (B): del Consumo KMnO₄, mgO₂/g (C): y del Azufre % (D): en los sedimentos.

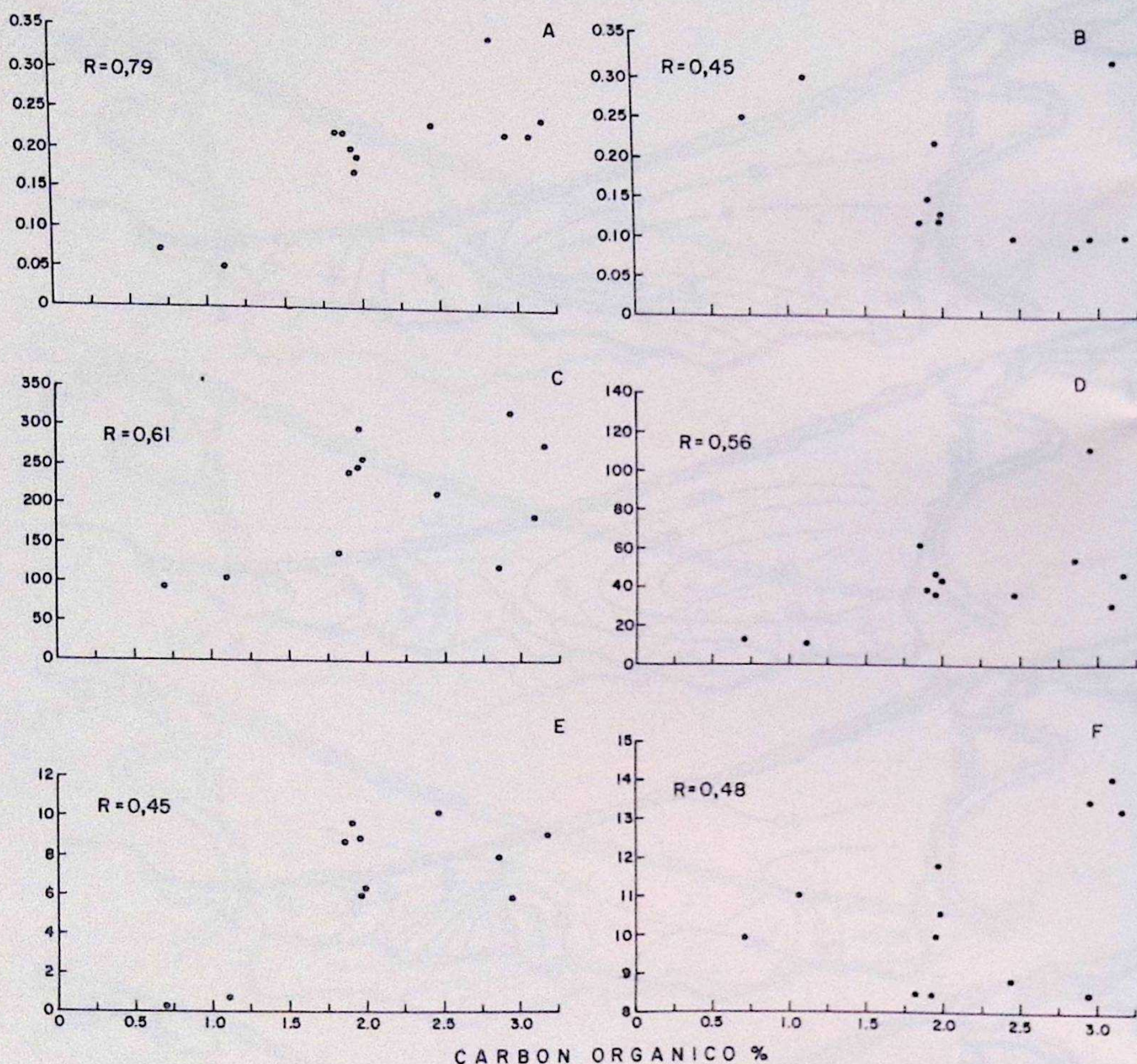


Fig. 7. Correlaciones del carbón orgánico con los parámetros orgánicos y reductores. (A): N-org%, (B): P-ORG %; (C): Consumo Oxígeno ppm; (D): Consumo $KMnO_4$; mgO_2/g ; (E) Azufre % y (F) razón C/N.

El valor promedio de Consumo de $KMnO_4$ es inferior al reportado por BONILLA & OKUDA (1971) de $55,98 mgO_2/g$ en los sedimentos de las lagunas Las Marites, y BONILLA & GARCÍA (1975) de $84,86 mgO_2/g$, en la Laguna de Campoma; sin embargo, son superiores a los reseñados por OKUDA *et-al.*, (1965) en los sedimentos de la Laguna de Unare.

AZUFRE

La distribución estacional de Azufre muestra en la Fig. 4H que hay un aumento direccional marcado en el contenido de Azufre hacia el centro y occidente de la laguna, donde presenta las más altas concentraciones y guardando una relación directa con el tamaño de las

partículas y el contenido hídrico, del C-org y el N-org.

La distribución horizontal (Fig. 6D) denota incremento de las isóneas desde la boca hacia la parte occidental donde se aprecian las máximas concentraciones, determinándose que los sedimentos de la Laguna de Píritu son altamente reductores con un alto grado de descomposición orgánica, a excepción de la boca de la laguna al igual que los consumos de oxígeno y KMnO_4 .

La concentración de Azufre varía entre 0,30 ‰ en la Est. 1 (Punta Flor) hasta 12,16% en la Est. 8 (Falucho Sur), con un promedio de 6.42%.

HERNÁNDEZ (1983) reportó un valor promedio de 7,04% para la Laguna de Píritu, superior al valor obtenido

en esta investigación 6,42 ‰ mientras que BONILLA & OKUDA (1971) y BONILLA & GARCÍA (1975), reportaron valores de 0,38% y 1,28% en los sedimentos de las lagunas Las Marites y Campoma, respectivamente, a pesar de ser sedimentos granulométricamente finos y de elevado contenido orgánico, indicando que son bioecosistema dinámicamente divergentes.

Con el fin de tener una idea mas clara de la capacidad reductora del fondo de la laguna, se calculó la razón $\text{KMnO}_4/\text{Azufre}$ (Tabla 4), apreciándose una alta razón en el área de la boca, lo que determina poca acción reductora.

En cambio, en el resto de la laguna la razón es baja y constante 4,6 a 7,8, indicando un alto grado de capacidad reductora.

TABLA 5 Comparación de las características químicas de los sedimentos de la Laguna de Píritu con otras albuferas (X)

Autor	Lagunas	C-org. (%)	N-org. (%)	C/N	P-total (%)	Consumo KMnO_4 (mgO_2/g)	Consumo O_2 (ppm)	Azufre (‰)
1	Las Maritas	2,89	0,21	13,8		55,98	81,80	0,38
2	Campoma	10,39	0,84	13,9		84,86	183,85	1,28
3	Grande	1,96	0,19	10,3				
4	Tacarigua	6,70	0,28	26,5	0,06		366,50	2,27
5	Unare	1,61	0,20	9,5				
6	Unare	1,87	0,16	11,7				
7	Unare	2,72	0,57	6,5	0,22			1,67
8	Unare	2,59	0,22	11,8	0,07		375,20	3,30
9	Píritu	2,64	0,21	13,5	0,08		340,80	4,77
10	Píritu	2,17	0,21	10,7	0,17	49,64	208,86	6,42

1: BONILLA & OKUDA, (1971). 2: BONILLA & BARCÍA (1975). 3: BONILLA et-al (1985). 4, 8 y 9: BONILLA & CEDEÑO (1989). 5: OKUDA ET-AL (1965). 6: BAY (1980). 7: * Sedto interfase, LONGA & BONILLA (1987). 10: Esta investigación.

Con el propósito de conocer la influencia de factores bióticos y abióticos, las Figs. 7 a y b muestran la correlación entre los parámetros reductores y el carbono orgánico. Se observa que no existe una buena correlación entre ellos, a excepción de N-orgánico y C-orgánico, que tienen una fuente común, por lo cual las características biogeoquímicas de los sedimentos de la Laguna de Píritu están influenciados por los procesos abióticos como por los no abióticos.

En la Tabla 5 se compara las características químicas de los sedimentos de la Laguna de Píritu con las de otras lagunas costeras de Venezuela, señalando que en estos divergentes ambientes sedimentarios existe una marcada discrepancia en el contenido orgánico y de parámetros reductores, siendo muy elevado el C-org y N-org en la Laguna Campoma (10,39% y 0,84%), y Laguna Tacarigua (6,70% y 0,28%), en comparación con el resto de los ecosistemas lagunares en estudio. De igual forma, el contenido orgánico de las lagunas Unare y Píritu ha sufrido ligero incremento con el transcurso del tiempo, destacándose el de los sedimentos de la interfase de Laguna de Unare que son un reservorio orgánico, en especial de fuente nitrogenada (LONGA & BONILLA, 1987).

En cambio, el alto contenido de parámetros reductores (Tabla 5) es incidente en las albuferas de relativo bajo concentración orgánica, a pesar de ser textualmente sedimentos arcillas-limosa, excepto Laguna Tacarigua. Es evidente el incremento del azufre, con el tiempo, en Unare y Píritu, indicativo de la mayor intensidad de los procesos biogeoquímicos (bióticos y abióticos) y de aportes antropogénicos determinando que estos sedimentos tienen un alto índice de degradación orgánica (BONILLA & CEDENO, 1989). En especial, los sedimentos de la Laguna de Píritu que demarcan paulatinamente un alto deterioro. No obstante, la razón C/N señala un equilibrio entre el aporte orgánico de material fresco y la mineralización, excepto en Laguna de Tacarigua que predomina más el aporte biogénico exógeno terrestre y en los sedimentos de la interfase agua-sedimentos de la Laguna Unare prevalecen los compuestos nitrogenados mediante procesos biogeoquímicos abióticos.

CONCLUSIONES

- 1.- Los sedimentos del fondo de la Laguna de Píritu textualmente tiene grado arcilloso, predominando dentro de este la fracción arcilla + colides, lo que

determina el grado de impermeabilidad existente en la misma.

- 2.- Mineralógicamente las arcillas de estos sedimentos están constituidos de Cuarzo, Chlorita y Muscovita.
- 3.- La distribución de las curvas acumulativas de los sedimentos señala un proceso típico de una deposición muy forzada que evidencia una acumulación brusca del material sedimentario en un medio hidrogeoquímico relativamente tranquilo, siendo su principal aporte el continental.
- 4.- Se aprecia en el noreste de la Laguna gran acumulación de sedimentos que impiden el libre aporte límnic continental (Caño Píritu), principalmente en la época de sequía, caracterizando un gradiente térmico y halino típico de ecosistema hipersalino.
- 5.- El contenido de C y N-org, relativamente es no elevado, a pesar del tipo de textura de sedimentos predominantes, no así el fósforo total, que es más afectado por los procesos bióticos y abióticos.
- 6.- La razón C/N 10,7 (\bar{X}) señala que los mecanismos hidrobiogeoquímicos de deposición y biodegradación orgánica se efectúan normalmente en los sedimentos del fondo de esta albufera.
- 7.- Los elevados valores de los parámetros reductores consumo de oxígeno y KMnO_4 y el Azufre, así como la baja razón consumo de KMnO_4 /azufre, indican que en estos sedimentos deteriorados prevalecen los procesos biogeoquímicos de degradación orgánica que caracterizan a los sedimentos del fondo de este ecosistema lagunar, por un alto índice reductor (biótico y abiótico).

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. ANILIO ABADÍA A. por su colaboración en el abstract, a RAFAEL VILLALOBOS y ADELKY MÁRQUEZ por su valiosa asistencia tecnológica en el tratamiento geológico y el análisis de la química de sedimentos, un reconocimiento a JESÚS HERNÁNDEZ (dibujante), a LOURDES DE RIVERO (mecnógrafa) y al personal técnico del Departamento de Oceanografía, quienes contribuyeron de una u otra forma a la ejecución de esta investigación.

REFERENCIA

- BALDA, F. A. 1976. Geología y ambientes sedimentarios de la región Unare en conexión con el estudio de las Lagunas Costeras Píritu, Unare y Tacarigua, Estados Anzoátegui y Miranda, Venezuela. *2do. Congreso Latinoamericano de Geología, Tomo II Publicación especial N° 7 Caracas, Venezuela.*
- BONILLA, R. J. & T. OKUDA. 1971. Condiciones hidrográficas del agua y características químicas de los sedimentos de la Laguna de Las Marites (Margari-ta) *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 10 (1): 3-12.
- BONILLA, R. L. & J. BENÍTEZ-ÁLVAREZ. 1972. Variación mensual de nitrógeno y fosfato en la Laguna Las Marites. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 11 (2): 121-126.
- BONILLA, R. J. & A. GARCÍA. 1975. Estudio de algunos parámetros químicos en los sedimentos de la Laguna de Campoma. *Lagena.* (35-36): 55-60.
- BONILLA, R. J. & A. L. LIN. 1979. Materia orgánica en los sedimentos de los Golfos de Paria y Cariaco, Venezue-la. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 18 (1&2): 37-52.
- BONILLA, R. J.; G. CEDEÑO & B. GAMBOA. 1986. Caracte-rísticas químicas de sedimentos de la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Orien-te.* 25 (1&2): 215-231.
- BONILLA, R. J. & G. CEDEÑO 1989. Características orgáni-cas del Biosistema Lagunas Tacarigua-Unare-Píritu. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 28 (1&2): 225-237.
- CARABALLO, L.F. 1973. Estudio fisiográfico sedimentológico y geología histórica de la Ensenada Grande del Obispo (Estado Sucre, Venezuela) *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 12 (2): 29-77.
- DE LA LANZA, G. 1986. Materia orgánica en los sedimen-tos del sistema lagunas Hinzache y Caimanero: Impor-tancia, comportamiento y significado en módulos de predicción. *Ann. Inst. Cien. Mar y Limnol Univ. Nal. México,* 13 (1): 251-286.
- GAMBOA, B., A. GARCÍA, J. BENÍTEZ & T. OKUDA. 1971. Estudio de las condiciones hidrográficas y químicas en el agua de la Laguna de Tacarigua. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 10. (2): 55-72.
- GAMBOA, B & J. BONILLA. 1983. Distribución de metales (Fe, Mn, Cu, Zn) en sedimentos superficiales de la Cuenca Tuy-Caricaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 22 (1 & 2): 103-110.
- GARCIA, A. & J. BONILLA. 1971. Algunas características químicas del agua y sedimentos de la Laguna de Campoma Estado Sucre. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 10 (1): 71-80.
- HERNÁNDEZ, M. L. 1983. *Estudio de los sedimentos y macrofauna bentónica de la Laguna de Píritu (estado Anzoátegui). Tesis de grado U.C.V. Caracas.* 65 pp.
- HULBURTH., M. O. 1952. *Manual de Mineralogía.* Edito-rial. Revista. 2a. Ed. Barcelona, España 309-310.
- JACKSON., M. 1964. *Análisis químicos de suelos.* Edicio-nes Omega. S.A. Barcelona, España. 662 pp.
- KRUMBEIN., W. C. 1934. Size frequency distribution of sediments. *J. Sed. Petrol.* 27: 65-77.
- KRUMBEIN W. C. 1981. Biogeochemistry And geomicrobiology of lagoons and Lagoonyary Environments. *Unesep Technical Paper in Marine Science.* 33: 97-109.
- LONGA, I. & J. BONILLA. 1987. Caracterización química de los sedimentos de la interfase de la Laguna Unare. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 26 (1&2): 70-78.
- LÓPEZ HERNÁNDEZ, O., J. R. DOMÍNGUEZ & N.A. DUARTE. 1985. Parámetros que controlan los niveles de fósforo en aguas y sedimentos de una laguna costera (Laguna Tacarigua). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 24: (1&2) :225-236.
- NOCHOLS, M. & G. ALLEN, 1981. Sedimentary processes in Coastal Lagoons, Coastal Lagoons Reser present and future. *Unesco Technical papael in Marine Science* 33: 27-80.
- OKUDA, T. 1964. Some problems for the deternination of

- organic carbon in marine sediments. *Bol., Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 4 (1): 108-120.
- OKUDA, T. & J. BENÍTEZ-ALVAREZ. 1985. Evaluación comparativa de las condiciones hidroquímicas en el sistema Lagunar Tacarigua-Unare-Píritu-Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 24 (1&2): 199-211.
- ORTEGA, J. F. & D. FLORES. 1989. Deterioro ambiental de la región Deltáica-Lagunar del Río Unare, Estado Anzoátegui. Sociedad Venezolana de Geólogos I. *Jornadas de Geología Ambiental, Puerto Ordaz*. b. 33.
- PÉREZ, H-D. Características Hidrofísicas y conservación de los recursos naturales renovables en la Cuenca de Unare-Venezuela. MARNR. Dirección de Hidrología. p. 170.
- POSTMA, B. 1981. Processes in the sediments and at the water-sediments, interface, coastal lagoon Res. present and future. *Unesco Technical papers in Marine Science*, 33: 111-118.
- POCKLINGTON, R. J. O. LEONARD 1979. Terrigenous organic matter ion sediments of the St. Lawrence Estuary and the Sangnenay Fjord. *J. Fish. Res. Board Can.* 36: 1250-1255.
- ROA, M. P. & L. BERTHOIS. 1975. *Manual de sedimentología*. Caracas, Venezuela, 303. p.
- SALAZAR, J., J. BONILLA & B. GAMBOA. 1986. Metales pesados y materia orgánica en los sedimentos superficiales de la Laguna Las Marites. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 25 (1&2): 137-154.
- TROUP, B. M. & O.P. BRICKER. 1975. Processes affecting the transports of material from continents to oceans. In: *Marine Chemistry in the coastal Environments*. T.M. Church. (ED): (18): 710 p.
- ZARZOSA, J. 1974. Características sedimentológicas de la Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Cuadernos Azules*. 9: 57 p.