

DISTRIBUCION Y ENRIQUECIMIENTO DE METALES TRAZA EN NUCLEOS DE SEDIMENTO DE TRES SISTEMAS COSTEROS DEL ESTADO DE SONORA, MEXICO.

Por:

PEDRO ORTEGA ROMERO (1)
DOLORES VÁSQUEZ DEL CASTILLO (2)

RESUMEN

Concentraciones de Ni, Cu, Pb, Mn y Fe, en núcleos de sedimento de tres sistemas lagunares del Estado de Sonora, México, fueron cuantificados utilizando métodos de espectrofotometría de absorción atómica. Se establecieron las relaciones existentes entre las concentraciones de los metales mencionados, el contenido de materia orgánica y la granulometría con el fin de señalar su acción ó influencia ecológica en el medio ambiente acuático. Los resultados sugieren que, de acuerdo a la distribución y forma en que se encuentran los metales estudiados, podrían estar siendo transferidos al sedimento mediante el depósito del material orgánico.

ABSTRACT

Concentration of Ni, Cu, Pb, Mn y Fe, in sediment nucleus of three lacunars system of Sonora State, Mexico, were valued using methods of Absortion Atomic Spectrophotometry. Established the existents relation between the concentration of named metals, organic matter contained and the granulometry with proposit of point the action or ecologic influence in acuatic environmental. The results suggest that resolution to distribution and form of studied metals, could be being transfered at the sediment by means of deposit of the organic material.

INTRODUCCION

Los metales traza, son acarreados desde los continentes hacia el medio ambiente marino en forma disuelta, coloidal o particulada principalmente por medio de los ríos y las descargas antropogénicas.

Entre los mayores depósitos de metales traza en los sistemas costeros (i. e., biota, agua o sedimento), los sedimentos son cuantitativamente más importantes, (Renfro, 1973), los cuales pueden comportarse como una fuente o un vertedero de materiales, dependiendo de las reacciones que ocurren en ellos y de la dirección de

transferencia de las sustancias a través del agua intersticial, lo cual da como resultado, un enriquecimiento de metales traza a la superficie del sedimento o a la columna de agua, (Elderfield et. al., 1975).

Este trabajo tiene como objetivo principal, conocer el enriquecimiento y distribución de los metales traza y su relación con la materia orgánica y el tamaño medio de partícula (Mz) en la columna sedimentaria con el fin de determinar su acción e influencia ecológica en el medio ambiente marino.

(1) Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, México.

AREA DE ESTUDIO

Los ecosistemas marinos que comprende el área de estudio, son: Bahía de Guásimas, Estero Los Algodones y Bahía Lobos, fueron seleccionados por encontrarse geográficamente contiguos, y además por presentar características fisiográficas muy particulares. Se localizan entre las coordenadas 27°55', 27° 16' de latitud Norte y 110°40', 110° 27' de longitud Oeste. (Fig. 1)

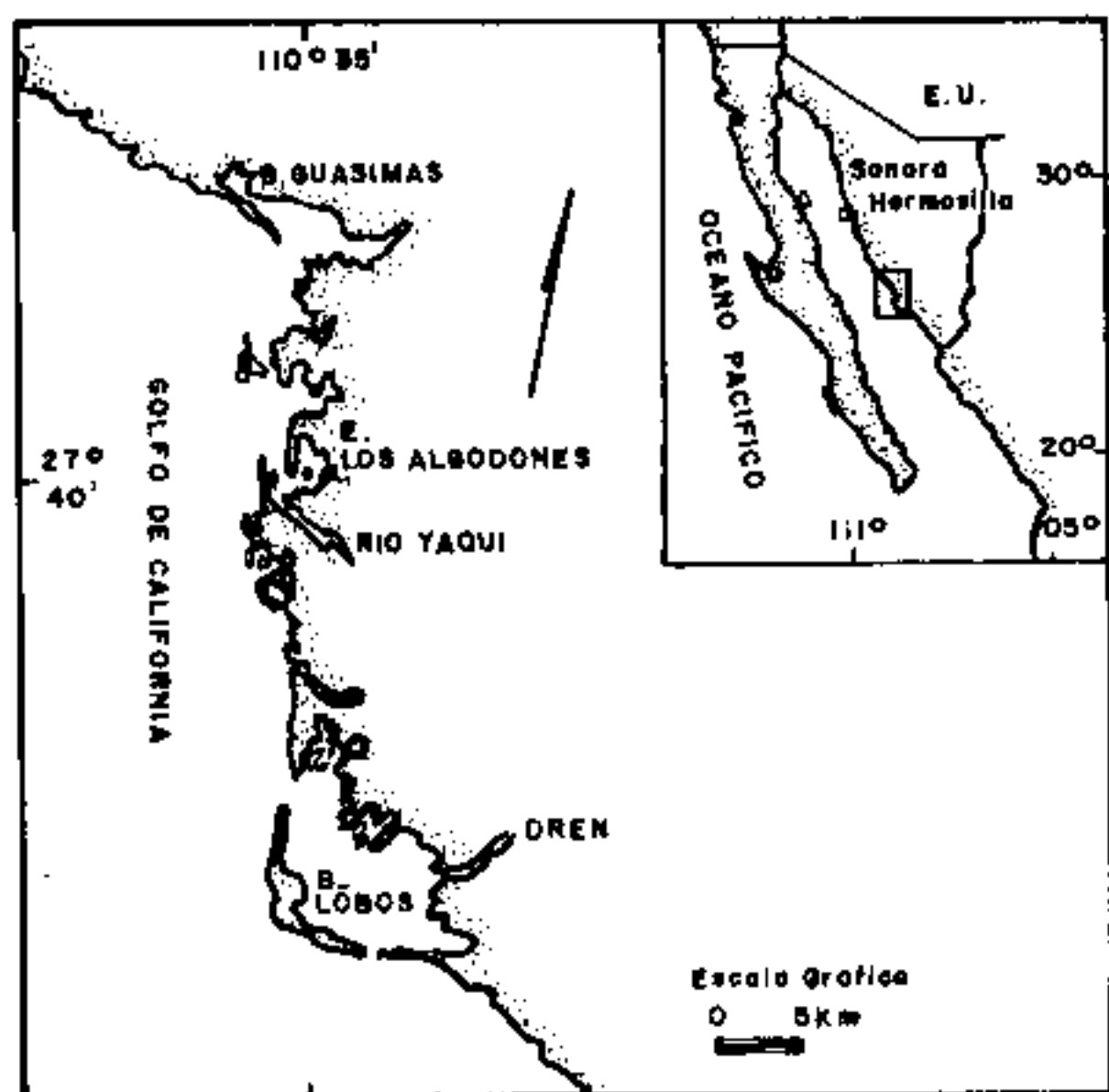


Figura 1 Ecosistemas marinos del estado de Sonora que comprende el área de estudio.

MATERIALES Y METODOS

En cada uno de los puntos, (Figs. 2, 3 y 4) se colectó un núcleo de sedimento por medio de buceo, teniendo cuidado al realizar la operación de no perturbar los sedimentos. Para esto se utilizaron nucleadores de gravedad de 50 cm de longitud por 7.5 cm. de diámetro interno. Se conservaron a baja temperatura (5°C), procurando evitar el contacto con el aire y la luz durante su traslado al laboratorio. Se dividieron en secciones transversales de 2 cm. a partir de la capa superficial del sedimento, hasta los 40 cm. de profundidad. A cada fracción de sedimento, se analizaron cinco metales pesados, Ni, Cu, Pb, Mn y Fe, utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica, de acuerdo al método descrito por (Agemian, H. et. al., 1975). Para el análisis granulométrico se siguieron las técnicas descritas por (Folk, 1969), de acuerdo a los procesos descritos originalmente por (Krumbein, 1932) y (Emery, 1938)

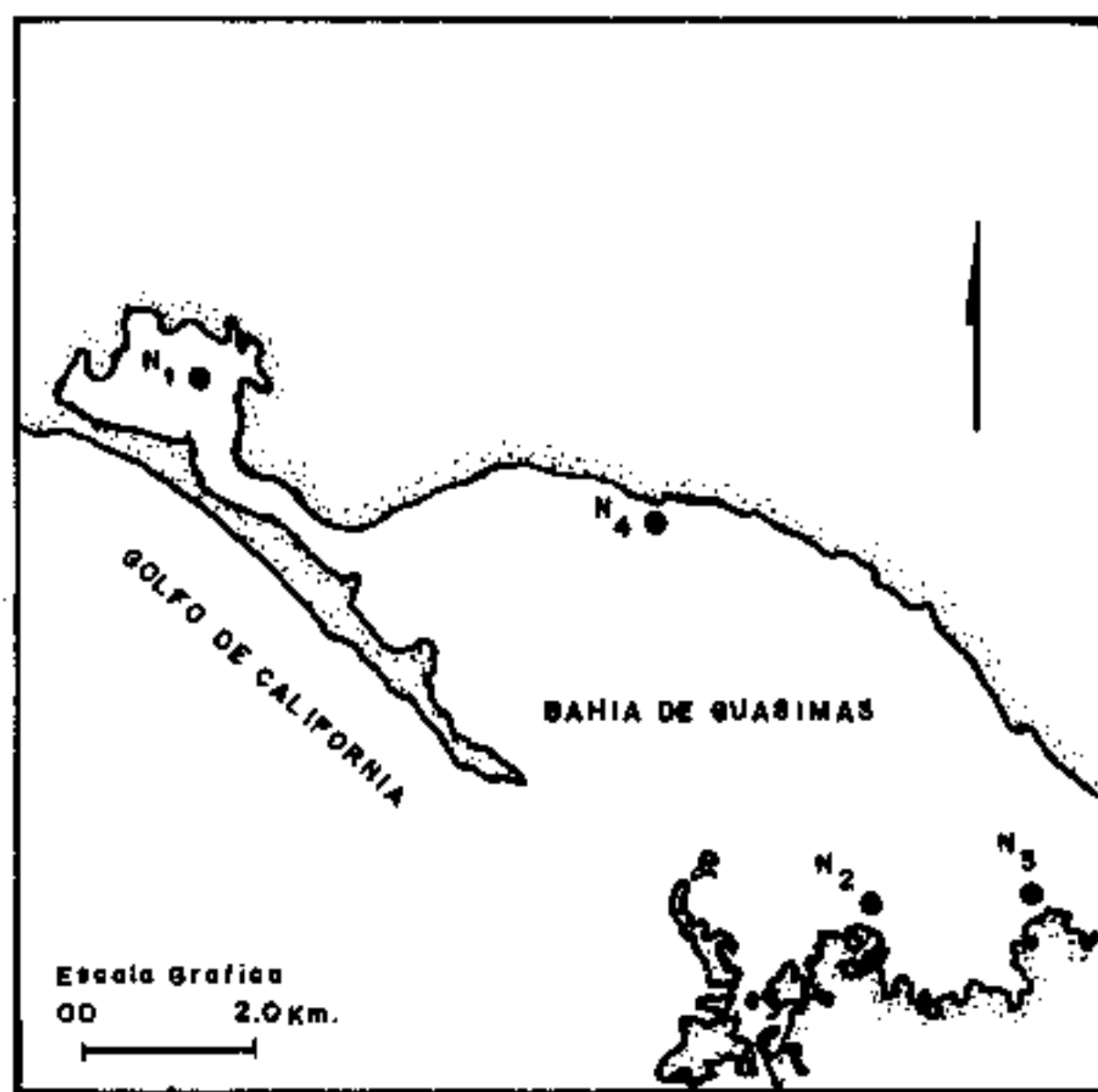


Figura 2 Localización de los puntos de muestreo en el sistema costero Guásimas.

● NUCLEOS DE SEDIMENTO

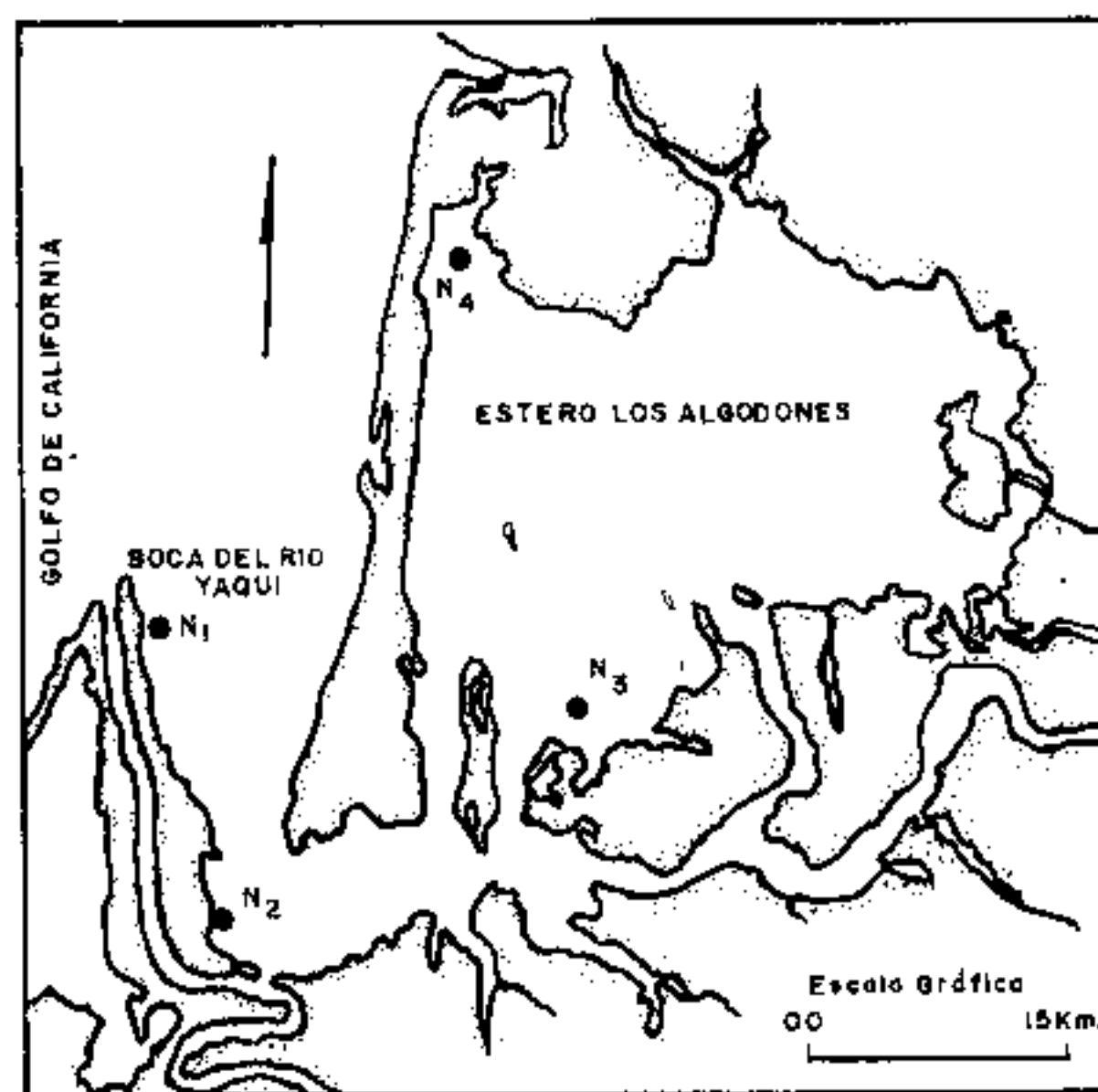


Figura 3 Localización de los puntos de muestreo en el sistema costero Los Algodones.

RESULTADOS Y DISCUSION

DESCRIPCION DEL SEDIMENTO

Se determinó un contenido de agua entre 50-85%, y en otros núcleos el contenido de agua fué algo menor, 40-60%. El análisis granulométrico indica un predominio de limos que van desde gruesos a muy finos, con un tamaño medio de partícula de 4.13 a 8.26 phi. El contenido de materia orgánica, varía de un núcleo a otro, de acuerdo al lugar de muestreo, distribuyéndose en relación directa al contenido de limo, presentándose los valores más bajos en sedimentos gruesos y los valores más altos en sedimentos con gran abundancia de material limoso. En general, la tendencia observada en cada uno de los núcleos, es que a medida que disminuye el tamaño de partícula, el contenido del material orgánico aumenta.

METALES TOTALES

Para el sistema costero Guásimas, la concentración de metales traza que se determinaron en cada fracción de sedimento, así como también el contenido de agua y materia orgánica se muestran en las Tablas I y II.

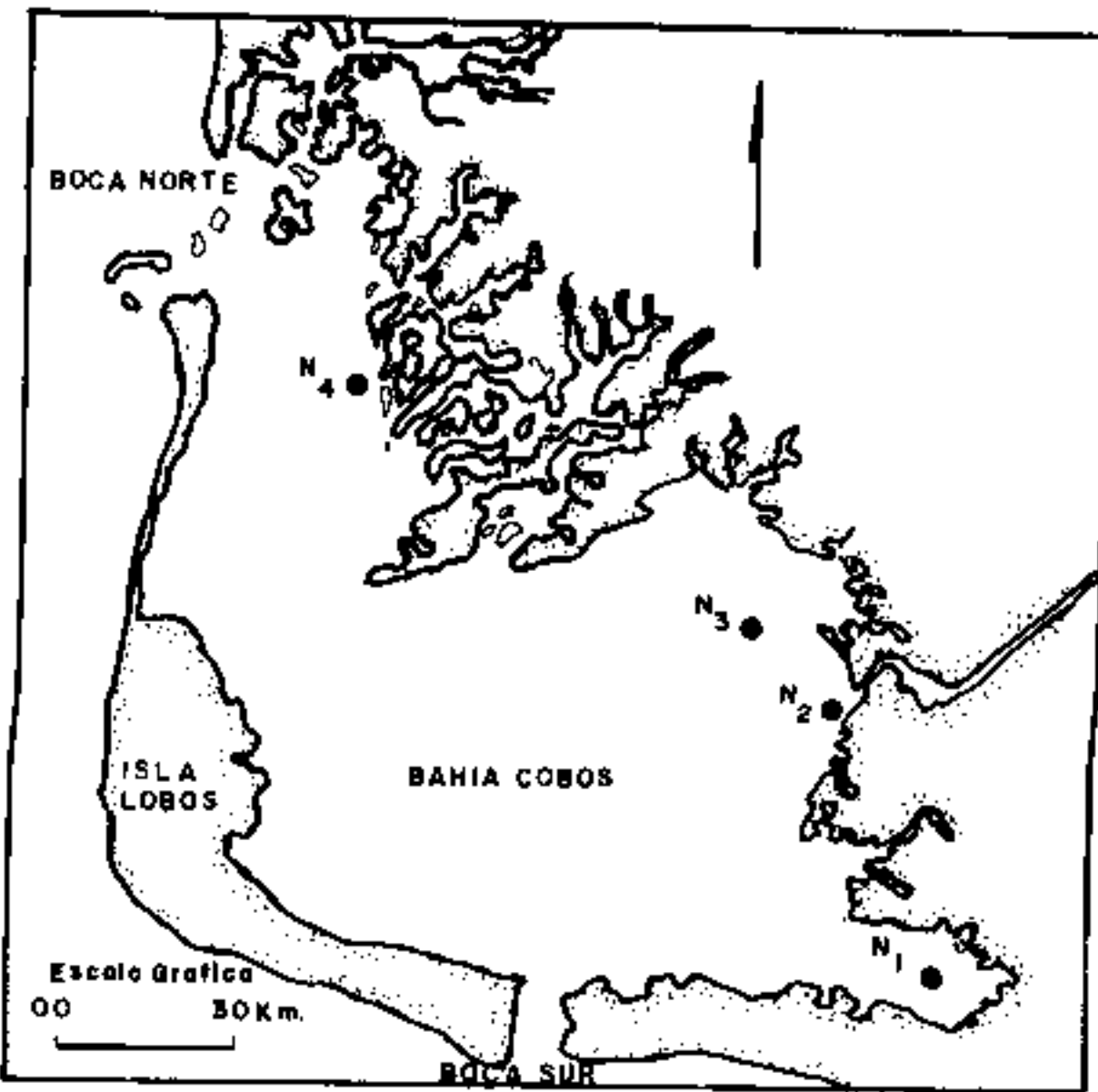


Figura 4 Localización de los puntos de muestreo en el sistema costero Lobos.

Prof. (cm)	H ₂ O %	Mat. Org. %	Ni Cu Pb Mn Fe				
			ppm				
Núcleo 1. Sistema Costero Las Guásimas.							
0-3	46.46	7.06	14.0	35	24	174	16600
3-4	38.28	8.84	16.0	35	21	182	18400
4-5	32.64	5.05	13.0	15	14	187	18250
5-6	26.07	3.80	19.5	12	19	141	14100
6-7	39.39	3.68	13.0	13	09	151	14600
7-8	38.07	2.56	06.0	12	14	157	14850
8-9	37.36	9.14	14.0	14	15	182	17100
9-10	30.03	3.22	11.0	18	25	213	20100
10-11	32.96	3.98	06.0	15	19	205	19600
11-12	32.26	3.21	13.0	17	19	185	17300
12-13	34.04	7.02	14.0	17	23	208	19050
13-14	33.41	7.39	07.0	18	22	203	18700
14-15	30.60	2.94	13.0	24	21	169	15300
15-16	29.16	3.33	18.0	14	18	179	16050
16-17	31.05	2.49	11.0	10	11	135	12800
17-19	31.63	3.97	18.0	12	21	124	11350
Núcleo 2. Sistema Costero Las Guásimas.							
0-2	37.53	3.54	21.0	20	25	447	35750
2-4	35.99	3.17	19.0	20	24	399	34500
4-6	31.96	3.43	22.0	19	25	361	33750
6-8	29.56	4.57	20.0	20	27	395	33100
8-10	29.26	3.47	30.0	22	28	452	34000
10-12	31.98	7.97	33.0	23	20	490	34750
12-14	61.63	10.87	23.5	23	32	512	36450
14-16	32.70	3.24	48.0	24	37	591	38650
16-18	35.16	5.87	45.00	26	32	585	38500
18-20	26.01	17.26	24.0	26	26	581	37600
20-22	36.75	7.82	41.0	36	162	592	40500
22-24	37.62	3.90	30.00	28	34	539	39250
24-26	34.67	3.96	29.0	29	39	540	39000
26-28	35.38	4.06	34.0	27	38	592	36400
28-30	33.75	4.97	37.0	28	40	467	39550
30-32	33.32	7.76	41.0	32	38	458	37900
32-34	38.55	5.09	28.0	31	42	577	40300
34-36	34.87	4.81	33.0	32	95	580	41150

TABLA I. Contenido de agua, materia orgánica y metales traza en núcleos de sedimento

Prof. (cm)	H ₂ O %	Mat. Org. %	Ni	Cu	Pb ppm	Mn	Fe
Núcleo 3. Sistema Costero Las Guásimas.							
0-2	53.89	3.93	26.0	32	26	350	35600
2-4	39.71	3.57	32.0	28	18	300	34250
4-6	40.11	3.31	29.5	24	15	250	32750
6-8	38.88	3.80	28.0	31	22	300	31150
8-10	36.31	3.84	21.5	26	14	400	33250
10-12	34.50	3.59	26.5	25	22	300	33250
12-14	40.12	4.38	35.0	29	30	450	38250
14-16	35.37	3.76	33.0	33	28	500	37100
16-18	35.69	4.33	39.0	30	20	550	36450
18-20	33.23	4.26	42.0	30	25	450	36600
20-22	36.86	3.96	37.0	32	19	600	38450
22-24	36.83	3.99	39.0	33	20	550	38250
24-26	35.67	5.01	40.5	38	34	550	37550
26-28	44.59	8.13	35.5	39	115	700	37100
28-30	50.15	10.85	40.5	47	40	800	38000
30-32	49.18	6.37	39.0	42	32	1100	40550
32-34	47.64	6.19	45.0	49	52	1100	38800
34-36	45.61	6.15	42.0	43	34	900	38950
Núcleo 4. Sistema Costero Las Guásimas.							
0-2	35.74	2.08	19.5	2.0	39	232	10350
2-4	31.03	1.56	21.0	2.0	55	228	10100
4-6	26.28	1.16	22.5	2.5	58	267	11150
6-8	23.19	1.87	26.0	1.5	41	273	11550
8-10	23.70	1.82	25.0	1.0	43	255	10700
10-12	21.15	0.78	27.0	4.0	30	257	10500
12-14	25.20	0.81	27.0	2.0	33	292	11750
14-16	21.51	0.80	19.5	1.0	18	205	8550
16-18	20.67	1.30	21.5	0.5	37	229	9100
18-20	24.40	0.62	28.0	1.0	34	203	8200
20-22	21.68	1.10	24.5	1.2	28	207	8950
22-24	19.83	0.94	24.5	1.0	19	199	8850
24-26	25.35	0.86	18.5	2.0	10	206	8800
26-28	26.28	1.01	34.5	3.0	12	219	9550
28-30	21.23	1.02	19.5	1.0	13	182	8050
30-32	25.52	0.79	25.0	2.0	36	221	9050
32-34	19.27	2.39	27.5	2.0	32	200	8500
34-36	20.37	1.75	16.0	1.0	33	203	9050
36-38	20.22	1.11	34.0	2.0	41	229	10100
38-40	23.42	1.07	26.0	2.0	25	242	9700

TABLA II. Contenido de agua, materia orgánica y metales traza en núcleos de sedimento

La concentración de níquel en el sedimento de los núcleos de esta laguna costera fluctuó de 20-40 ppm. En los Núcleos 2 y 3 se obtuvieron las mayores concentraciones de níquel en un rango de 0.5-11.5 ppm y 0.5-7.5 ppm respectivamente. La menor concentración se encontró en el Núcleo 1 en un rango que varía de 0.1-2.5 ppm.

La más alta concentración de cobr se encontró en el Núcleo 3 en un rango de 24.0- 49.0 ppm, y los valores más bajos se obtuvieron en el Núcleo 4 en un rango de 0.5-4.0 ppm.

Los valores de cobr se incrementan en los Núcleos 2 y 3, mientras que en el Núcleo 4, casi no existe variación de una fracción de sedimento a otra.

Se observa que la mayor concentración de plomo se encontró en el Núcleo 2 en un rango de 20.0-162.0 ppm y la menor en el Núcleo 1 en un rango de 9.0-25.0 ppm.

La distribución de la concentración de plomo, en los Núcleos 2 y 3, posee un comportamiento diferente de un nivel a otro de profundidad, observándose un valor máximo a los 22 y 28 cm. respectivamente.

La mayor concentración de manganeso se encontró en el Núcleo 3, en un rango de 250.0-1100.0 ppm. En el Núcleo 1, se obtuvieron las más bajas concentraciones en un rango de 124.0-213.0 pp. de manganeso.

Se puede apreciar que el comportamiento de los valores de manganeso en los Núcleos 1 y 4, disminuyen ligeramente con la profundidad; mientras que en los Núcleos 2 y 3 se incrementan.

Se observa que la mayor concentración de hierro se encontró en el Núcleo 2 en un rango de 3.31-4.05%; mientras que en el Núcleo 4 se obtuvieron los menores valores en un rango de 0.805-1.175%.

En todos los núcleos, los valores de hierro se incrementan a medida que aumenta la profundidad de la columna sedimentaria. Es evidente, de acuerdo a los resultados obtenidos, que el sedimento de los núcleos 2 y 3 se encuentran altamente enriquecidos de estos metales traza, en relación con los sedimentos de los núcleos 1 y 4 (Fig. 5).

En el sistema costero Los Algodones, los resultados de la determinación de metales traza, contenido de agua y materia orgánica en cada nivel de profundidad en los

núcleos de sedimento, se muestran en las Tablas III y IV.

La concentración de níquel en los núcleos de sedimento, variaron en un intervalo de 39.0-72.0 ppm, correspondiéndole al Núcleo 1 las mayores concentraciones.

En el Núcleo 1 se aprecian variaciones en los valores de níquel, entre los 8 y 16 cm. de profundidad. La distribución de los gradientes de concentración en los Núcleos 1 y 2, tienden a disminuir a medida que aumenta la profundidad de la columna sedimentaria.

Los valores máximos de cobre se encontraron en el Núcleo 1 en un rango de 28.0-48.5 ppm, detectándose los valores mínimos en el Núcleo 4 en un rango de 21.0-32.0 ppm.

En los Núcleos 1 y 2, se observan variaciones significativas, principalmente en el Núcleo 1 a los 8 y 30 cm. de profundidad. En los Núcleos 3 y 4, las concentraciones de este metal, tienden a disminuir a medida que aumenta la profundidad del sedimento.

Las mayores concentraciones de plomo se obtuvieron en el Núcleo 3 en un rango de 44.0-63.0 ppm; y las menores en el Núcleo 4, en un rango de 20.5-39.0. Se aprecia que en todos los núcleos se presentan considerables cambios de un nivel a otro de profundidad.

En el Núcleo 1 se detectaron los valores más altos de manganeso en un rango de 548.0-702.0 ppm, correspondiendo al Núcleo 3 los menores valores en un rango de 462.0-633.0 ppm. Observándose, que en el Núcleo 1 la concentración tiende a incrementarse con la profundidad, mientras que, en los Núcleos 2 y 4 disminuye ligeramente.

Las mayores concentraciones de hierro se encontraron en el Núcleo 1 en un rango de 3.955-4.025 %, y las menores en el Núcleo 4, en un rango de 3.275-3.825 %. Los Núcleos 1 y 2, poseen variaciones de concentración muy similares con respecto a la profundidad; mientras que en los Núcleos 3 y 4, el comportamiento es diferente. Como se observa, (Fig. 6), el enriquecimiento de metales traza en los sedimentos del núcleo 1 es mucho mayor en relación a los demás núcleos.

Para el sistema costero Lobos, las concentraciones de metales traza, contenido de agua y materia orgánica que se determinaron en los núcleos de sedimento se muestran en las Tablas V y VI.

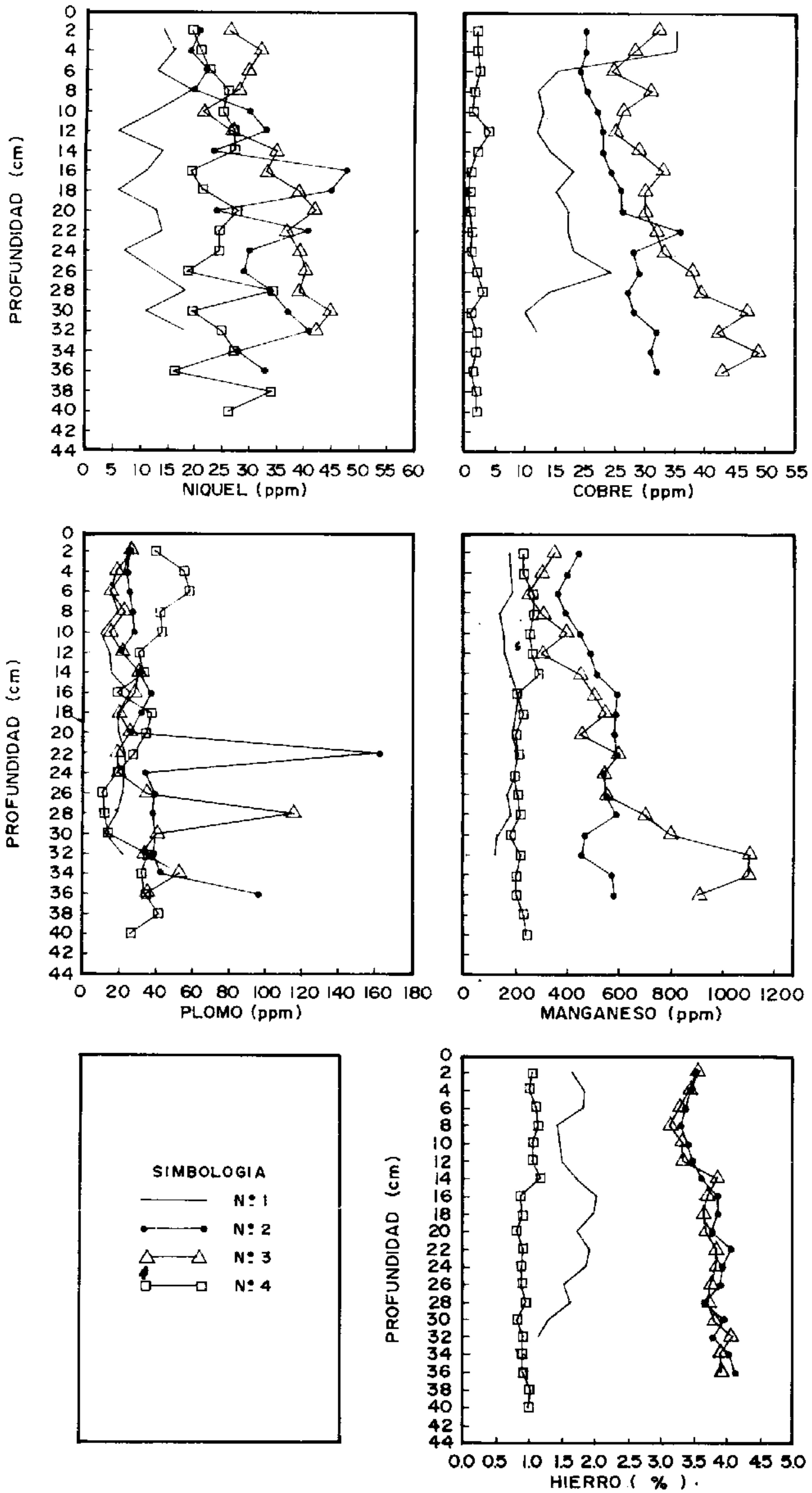


Figura 5 Distribución de metales traza en los núcleos de sedimento del sistema costero Guasimas

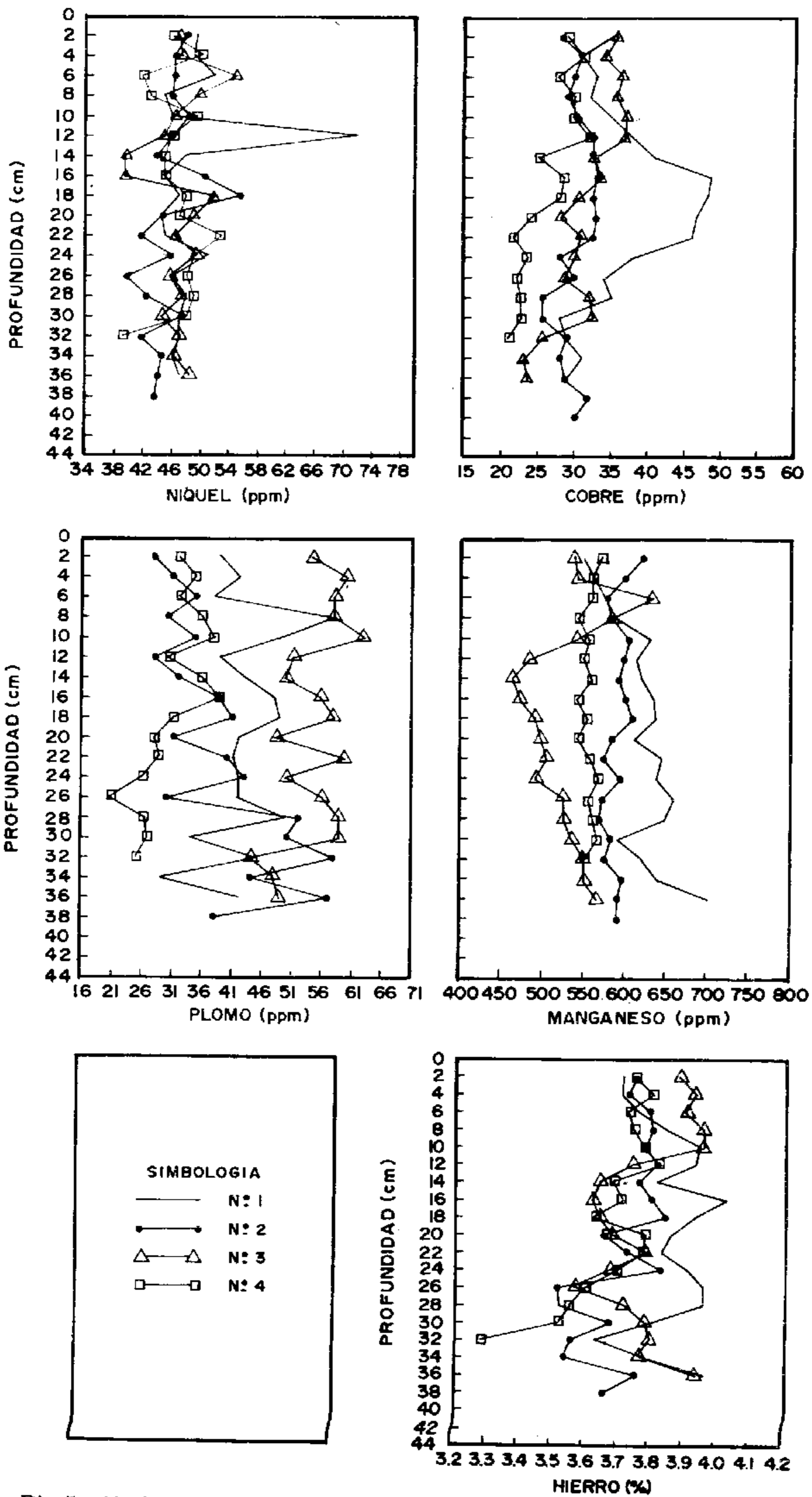


Figura 6 Distribución de metales traza en los núcleos de sedimento del sistema costero Los Algodones

Prof. (cm)	H ₂ O %	Mat. Org. %	Ni	Cu	Pb ppm	Mn	Fe
Núcleo 1. Sistema Costero Los Algodones.							
0-2	41.04	4.18	49.5	28.0	39	548	37050
2-4	37.03	4.69	49.0	31.0	42	562	37025
4-6	35.09	4.59	52.0	33.0	38	578	37550
6-8	35.44	4.34	45.0	32.0	58	588	38400
8-10	35.73	4.50	46.0	35.0	49	629	39400
10-12	36.43	5.08	72.0	38.0	39	612	39250
12-14	38.08	5.73	48.0	41.0	43	620	38100
14-16	42.18	6.22	45.0	48.5	48	634	40250
16-18	42.47	5.39	47.0	48.0	49	636	39250
18-20	41.72	5.83	44.5	46.5	42	611	38550
20-22	44.69	6.14	45.0	46.0	41	645	38250
22-24	44.46	6.01	51.0	38.0	42	638	39050
24-26	47.94	5.66	46.0	34.0	42	659	39525
26-28	43.04	5.58	48.0	35.0	50	649	39530
28-30	41.94	5.24	47.0	28.0	34	592	38000
30-32	39.55	5.79	47.0	29.0	45	621	36250
32-34	39.68	5.25	46.0	31.0	29	639	37750
34-36	36.89	4.63	47.0	29.0	42	702	39550
Núcleo 2. Sistema Costero Los Algodones.							
0-2	38.58	3.93	48.0	35.0	28	620	37500
2-4	34.26	3.73	46.5	30.5	31	599	37250
4-6	33.04	3.75	46.5	30.0	35	575	37900
6-8	29.43	3.62	46.0	29.0	30	585	38000
8-10	30.71	3.90	48.5	30.5	35	603	37750
10-12	30.05	4.01	46.0	32.5	28	598	38100
12-14	31.34	4.53	44.0	32.5	32	592	37600
14-16	35.12	4.33	50.5	32.5	41	610	38000
16-18	32.21	3.64	55.5	32.5	41	610	38400
18-20	32.44	3.71	44.5	28.0	31	585	36500
20-22	28.57	3.92	41.5	28.5	40	573	37250
22-24	27.18	3.09	46.0	30.0	43	595	38250
24-26	26.08	2.94	39.5	25.5	30	572	35100
26-28	25.12	3.15	42.5	25.6	52	570	35150
28-30	25.91	3.31	47.5	29.0	50	582	36750
30-32	26.91	2.88	41.5	28.0	58	575	35500
32-34	26.95	3.37	44.5	28.5	44	597	35300
34-36	27.41	3.70	44.0	32.0	57	592	37500
36-38	26.29	4.37	43.5	30.0	38	589	36500

TABLA III. Contenido de agua, materia orgánica y metales traza en núcleos de sedimento

Prof. (cm)	H ₂ O %	Mat. Org. %	Ni	Cu	Pb ppm	Mn	Fe
Núcleo 3. Sistema Costero Los Algodones.							
0-2	54.05	4.20	47.0	35.5	54	537	38750
2-4	51.95	4.76	47.5	34.0	60	539	38250
4-6	52.57	6.64	55.0	36.5	58	633	38900
6-8	50.55	4.46	49.6	35.5	58	581	39500
8-10	48.70	4.57	46.5	37.2	63	542	39550
10-12	50.47	5.31	45.0	37.0	51	483	37350
12-14	45.30	4.37	39.5	32.5	50	462	36400
14-16	41.11	4.25	39.5	33.5	56	470	36150
16-18	34.43	3.41	52.0	30.5	58	491	36350
18-20	34.15	3.56	49.0	28.0	48	498	36750
20-22	34.55	4.28	46.5	31.0	60	505	37800
22-24	34.06	3.99	49.5	30.0	50	492	36700
24-26	38.79	4.15	45.5	28.5	56	526	35600
26-28	39.84	4.21	47.5	32.0	59	525	37100
28-30	41.30	5.90	44.5	32.5	59	536	37750
30-32	34.86	4.24	47.0	25.5	44	551	37900
32-34	31.46	3.64	46.5	23.0	48	550	37600
34-36	28.95	3.77	48.5	23.5	49	566	39250
Núcleo 4. Sistema Costero Los Algodones.							
0-2	41.37	3.53	46.0	29.0	32.0	570	37400
2-4	33.32	3.48	50.0	31.0	35.0	558	38000
4-6	33.07	3.16	42.0	27.5	32.0	560	37250
6-8	32.80	3.60	43.0	30.0	36.0	542	37400
8-10	29.79	3.17	49.5	29.7	38.0	555	37700
10-12	29.44	3.14	46.0	32.0	30.0	549	38250
12-14	33.14	3.13	45.0	25.0	36.0	560	36750
14-16	29.59	3.15	45.0	28.5	39.0	542	37100
16-18	29.09	3.05	48.0	28.0	31.0	554	36150
18-20	27.09	2.81	47.0	24.0	28.0	542	37750
20-22	22.02	2.79	53.0	21.5	29.0	558	37650
22-24	19.98	2.53	49.0	23.5	26.0	568	36900
24-26	21.31	2.33	48.0	22.0	20.5	555	35950
26-28	20.32	2.55	49.0	22.6	26.5	562	35450
28-30	21.71	2.64	48.0	22.7	27.0	567	35150
30-32	19.94	2.85	39.0	21.0	25.0	552	32750

TABLA IV. Contenido de agua, materia orgánica y metales traza en núcleos de sedimento

Prof. (cm)	H ₂ O %	Mat. Org. %	Ni	Cu	Pb	Mn	Fe
			ppm				
Núcleo 1. Sistema Costero Lobos.							
0-2	26.36	2.88	24.0	18.0	19.0	400	27950
2-4	26.42	2.47	30.0	16.0	26.0	400	25400
4-6	26.45	2.08	26.0	14.0	22.5	350	21925
6-8	24.45	3.00	24.0	13.0	29.0	250	22050
8-10	23.37	1.92	38.0	21.0	32.0	400	32450
10-12	22.70	2.12	15.0	12.0	17.5	250	20100
12-14	22.29	2.88	14.0	12.0	22.0	300	20900
14-16	23.21	2.81	18.5	13.0	17.0	250	21900
16-18	22.57	2.25	19.0	13.0	12.0	325	21625
18-20	23.76	1.55	16.0	12.0	19.0	300	21100
20-22	23.14	2.26	21.0	13.0	18.0	300	21950
22-24	23.20	2.23	14.0	13.0	18.5	400	22325
24-26	22.64	2.35	32.5	14.0	20.0	350	22050
26-28	22.21	2.27	18.0	13.0	18.0	250	21450
28-30	22.81	2.23	24.0	15.0	13.0	300	23650
30-32	22.08	2.17	24.0	16.0	22.0	300	19250
32-34	21.49	2.21	23.0	15.0	26.0	250	20550
34-36	20.55	2.22	34.0	15.0	23.5	350	20325
Núcleo 2. Sistema Costero Lobos.							
0-2	50.45	4.98	46.5	39.5	55.0	736	37750
2-4	44.77	4.73	45.0	37.0	55.0	687	38100
4-6	37.48	4.27	46.5	34.0	32.0	691	36750
6-8	38.37	4.36	47.5	38.0	53.0	737	37550
8-10	41.90	4.77	48.0	38.0	33.0	738	38500
10-12	51.49	4.66	50.1	36.0	33.0	729	37550
12-14	46.19	6.43	41.5	33.5	59.0	737	37250
14-16	37.18	4.83	43.0	33.0	48.0	748	35600
16-18	39.51	5.19	43.0	31.0	43.0	745	35050
18-20	42.64	4.89	43.5	34.5	37.0	782	35650
20-22	36.04	4.21	42.5	32.0	55.0	728	35400
22-24	34.73	4.00	42.0	31.0	51.0	788	35550
24-26	41.04	5.29	43.0	31.0	51.0	779	35250
26-28	38.20	4.80	42.5	30.0	50.0	783	35750
28-30	37.67	4.20	46.5	33.3	23.0	803	37300
30-32	35.68	4.08	42.0	29.0	34.0	758	35450
32-34	27.32	2.91	39.5	23.0	49.0	515	33750
34-36	35.13	3.60	38.5	23.0	39.0	787	34700
36-38	36.01	4.00	40.5	23.0	43.0	746	33450
38-40	36.77	3.41	42.5	26.0	54.0	765	34750

TABLA V. Contenido de agua, materia orgánica y metales traza en núcleos de sedimento

Prof. (cm)	H ₂ O %	Mat. Org. %	Ni	Cu	Pb ppm	Mn	Fe
Núcleo 3. Sistema Costero Lobos.							
0-2	47.00	5.71	43.0	25.0	32.0	831	31900
2-4	48.74	5.75	44.5	28.0	40.0	785	30750
4-6	40.58	3.69	35.0	22.0	19.0	625	28100
6-8	36.52	2.98	36.0	20.0	30.0	608	26100
8-10	38.19	3.18	40.6	20.0	20.0	651	26300
10-12	44.02	4.20	44.5	28.0	18.0	780	30500
12-14	37.36	3.55	38.0	23.0	16.0	686	27900
14-16	34.61	2.81	37.5	21.0	12.0	642	25250
16-18	34.43	3.76	43.0	24.0	20.0	655	28450
18-20	30.41	3.02	41.5	23.0	18.0	582	28750
20-22	28.83	2.98	42.0	22.0	30.0	481	26000
22-24	26.04	2.66	39.0	21.0	20.0	452	28000
24-26	26.33	2.53	38.0	21.0	18.0	455	29250
26-28	27.41	2.75	41.5	23.0	26.0	449	28500
28-30	27.05	2.82	57.0	22.0	11.0	442	29400
30-32	27.41	3.10	49.0	29.0	30.5	450	29400
32-34	27.68	2.26	47.0	24.0	16.0	461	30500
34-36	26.43	2.70	44.0	23.0	15.0	462	29750
36-38	25.39	2.69	43.0	22.0	30.0	469	30600
38-40	25.78	3.14	45.0	22.0	21.0	468	30750
Núcleo 4. Sistema Costero Lobos.							
0-2	56.81	8.93	53.0	26	48	443	46500
2-4	58.80	11.20	57.0	27	46	418	44750
4-6	59.08	10.01	56.0	26	44	472	43100
6-8	55.56	7.63	55.5	32	38	456	43100
8-10	56.99	9.19	55.0	22	41	449	41600
10-12	55.31	41.58	56.5	25	45	431	39050
12-14	52.67	6.47	53.0	27	42	442	42250
14-16	54.86	7.01	56.5	23	55	431	41.200
16-18	52.63	7.17	58.0	31	41	421	38050
18-20	51.71	7.69	58.0	29	38	448	38950
20-22	52.72	7.16	51.0	88	42	457	41450
22-24	52.83	6.06	54.5	44	34	456	39900
24-26	56.26	8.62	52.0	31	49	485	41050
26-28	49.19	5.59	51.0	28	42	607	39400
28-30	53.53	7.25	54.0	29	46	629	39900
30-32	59.45	5.68	58.5	31	51	662	36150
32-34	56.28	8.27	52.0	22	52	708	36950
34-36	54.32	8.25	51.0	23	39	705	37400
36-38	55.49	8.45	47.5	29	45	708	38400
38-40	54.66	9.26	42.5	28	34	721	39150

TABLA VI. Contenido de agua, materia orgánica y metales traza en núcleos de sedimento

Las mayores concentraciones de níquel se encontraron en el Núcleo 4, en un rango de 42.5-58.5 ppm, y las menores se detectaron en el Núcleo 1, en un rango de 14.0-38.0 ppm.

Respecto a el perfil vertical de níquel en estos núcleos de sedimento, se puede apreciar que en los Núcleos 2, 3 y 4 el comportamiento del níquel es muy similar con respecto a la profundidad; no siendo así en el Núcleo 1, en el cual se observan variaciones de un nivel a otro de profundidad.

La concentración de cobre en los núcleos de esta laguna costera fluctuó de 20.0 a 30.0 ppm. Las menores concentraciones de cobre se encontraron en el Núcleo 1 en un rango de 12.0-21.0 ppm, y la mayor se obtuvo en el Núcleo 4 a los 20 cm de profundidad con un valor de 88.0 ppm.

Los resultados en la determinación de plomo en los Núcleos 2 y 4, fueron de 23.0-59.0 ppm y 34.0-55.0 ppm, respectivamente. En el Núcleo 1, se detectaron las menores concentraciones en un rango de 12.0-21.0 ppm.

El comportamiento del plomo con respecto a la profundidad es muy similar en los cuatro núcleos de sedimento correspondientes a esta laguna costera.

La concentración de manganeso en los sedimentos se encontró en un rango de 250.0-800.0 ppm. Las más altas concentraciones de manganeso se encontraron en el Núcleo 2, en un rango de 515.0-803.0 ppm, y las más bajas en el Núcleo 1 en un rango de 250.0-400.0 ppm.

La distribución de este metal con respecto a la profundidad del sedimento en cada uno de los núcleos muestra un comportamiento diferente.

En los núcleos muestreados en este sistema costero, el rango de concentración de hierro fué de 1.9-4.7 %. En el Núcleo 4 se encontraron los valores más bajos en un rango de 3.615-4.65%, y en el Núcleo 1 los más bajos en un rango de 1.925-3.245%.

La distribución de la concentración de hierro en los Núcleos 1 y 2, posee un comportamiento similar con respecto a la profundidad del sedimento, observándose

un valor máximo en los primeros 10 cm. de profundidad en el primer núcleo. El comportamiento de el hierro en el Núcleo 3 se incrementa con respecto a la profundidad, mientras que en el Núcleo 4 disminuye.

Resulta evidente, que la mayor concentración de metales traza se determinaron en el núcleo 4 y los menores en el núcleo 1, (Fig. 7).

RELACION METAL-METAL

En el sistema costero Guasimas, se encontró que en el Núcleo 1 existe una relación directa entre la distribución de Mn y Fe ($r=0.97$), con respecto a la profundidad de la columna sedimentaria. Esta misma relación se dió en el Núcleo 2 para el Cu-Fe, $r=0.86$. En el Núcleo 3 de esta misma laguna costera, se encontró que Cu-Mn y Mn-Fe obtuvieron los siguientes valores de correlación: $r=0.89$ y $r=0.80$ respectivamente, y solamente en el Núcleo 4 se encontró que el Mn y Fe tienen una relación directa con un valor de $r=0.95$, (Fig. 8).

En el sistema costero Algodones, se obtuvo que en el Núcleo 2 existe una relación directa entre Cu-Mn ($r=0.81$), (Fig. 9). En el sistema costero Lobos, se encontró que en el Núcleo 2, Ni-Cu, Ni-Fe y Cu-Fe se encontró una relación directa con un valor de $r=0.83$, $r=0.81$ y $r=0.90$ respectivamente. (Fig. 10)

RELACION MATERIA ORGANICA-METALES

Al graficar las concentraciones de los metales pesados contra el contenido de materia orgánica, se encontró que la mejor relación directa se obtuvo con Cu en el Núcleo 3 en el sistema costero Guasimas con una $r=0.80$, (Fig. 11); mientras que en Los Algodones la mejor relación se encontró en el Núcleo 4 correspondiendo al Cu y Pb correlaciones de 0.82 y 0.80 respectivamente, (Figs. 12, y 13).

En el sistema costero Lobos se encontró que en el Núcleo 3, solamente el Mn observó un comportamiento director con respecto al contenido de materia orgánica con un valor de $r=0.84$. (Fig. 14)

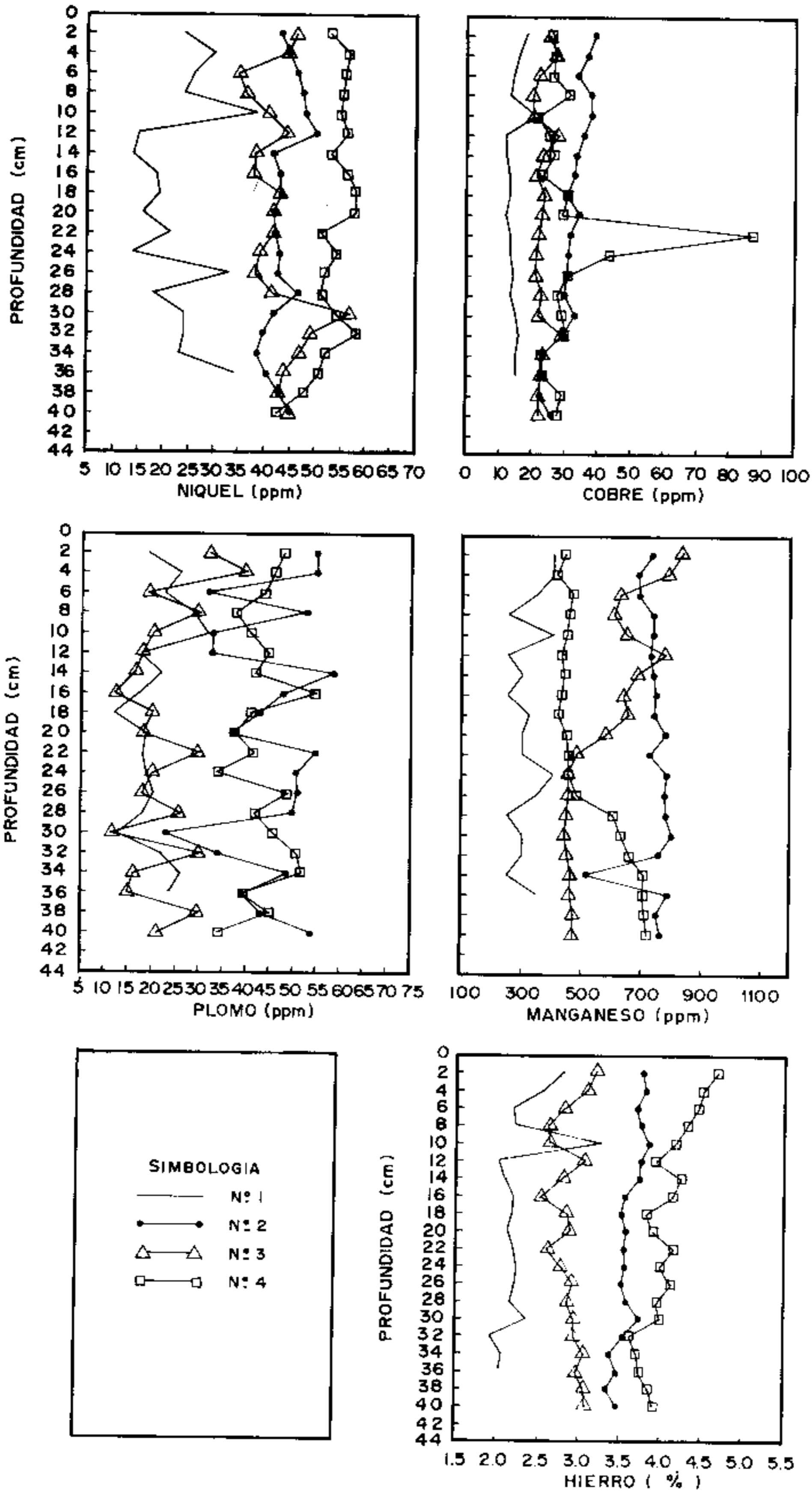


Figura 7 Distribución de metales traza en los núcleos de sedimento en el sistema costero Lobos

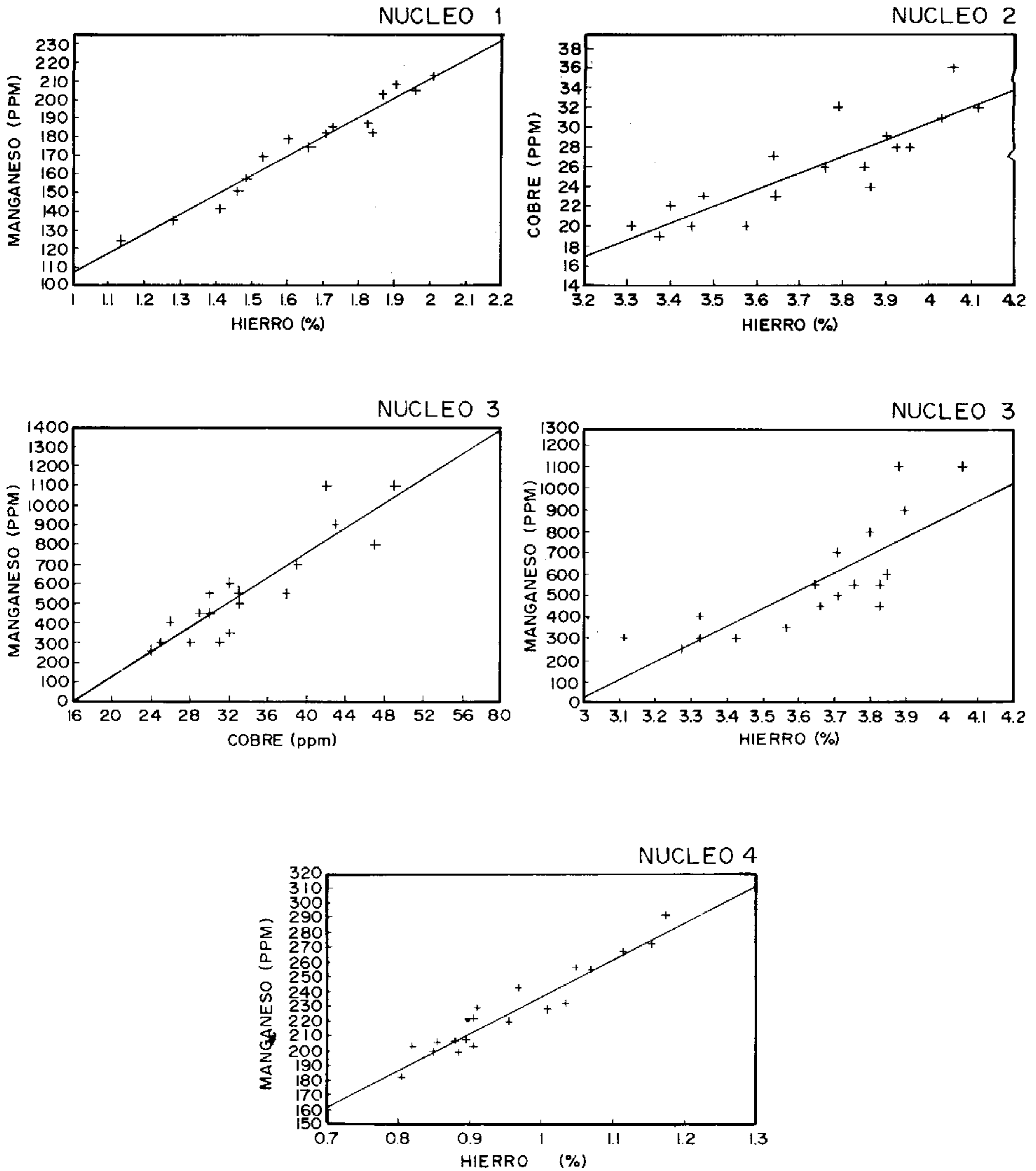


Figura 8 Relación metal-metal en los sedimentos del sistema costero Las Guasimas.

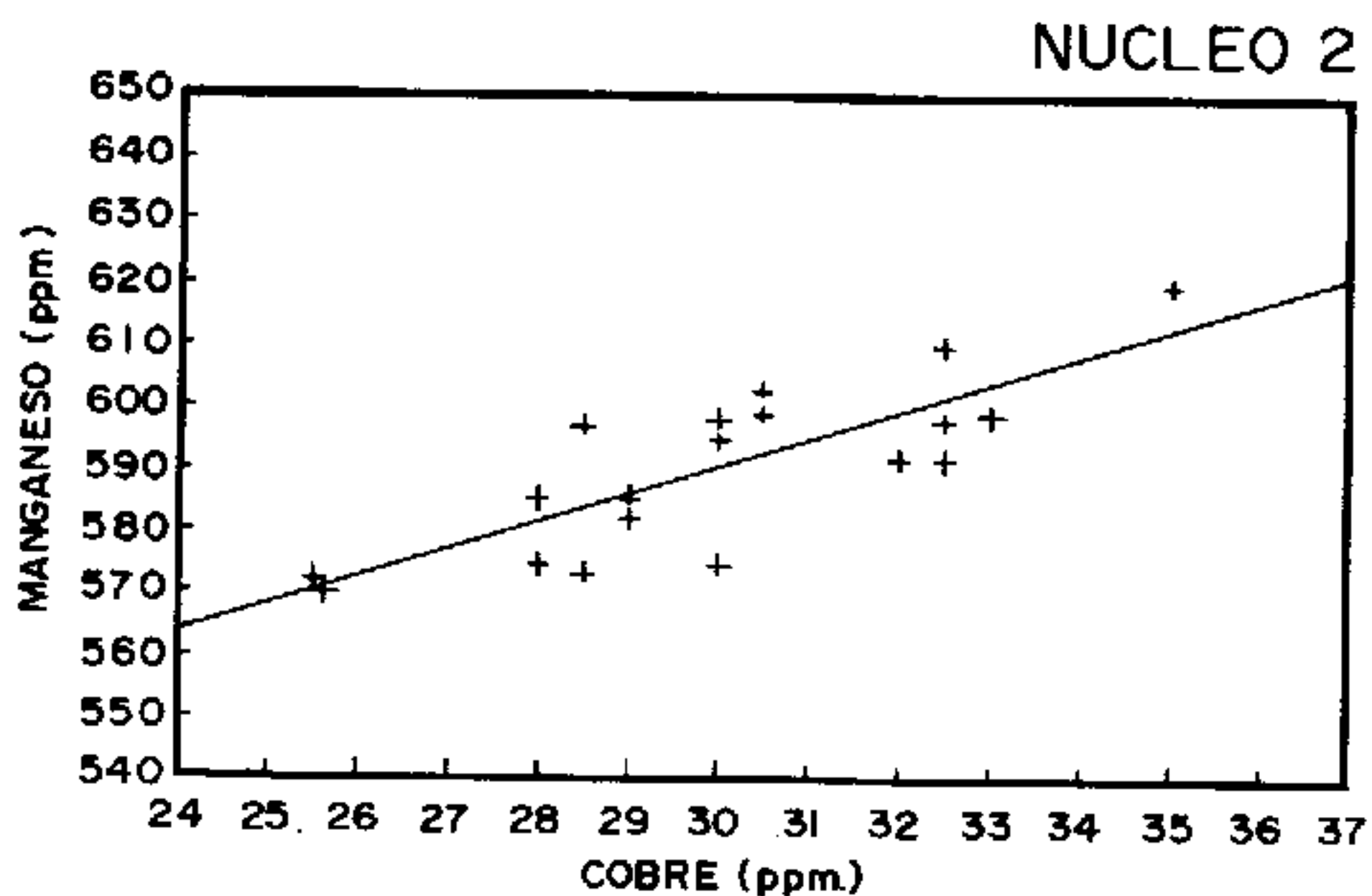


Figura 9 Relación metal en los sedimentos del sistema costero Los Algodones

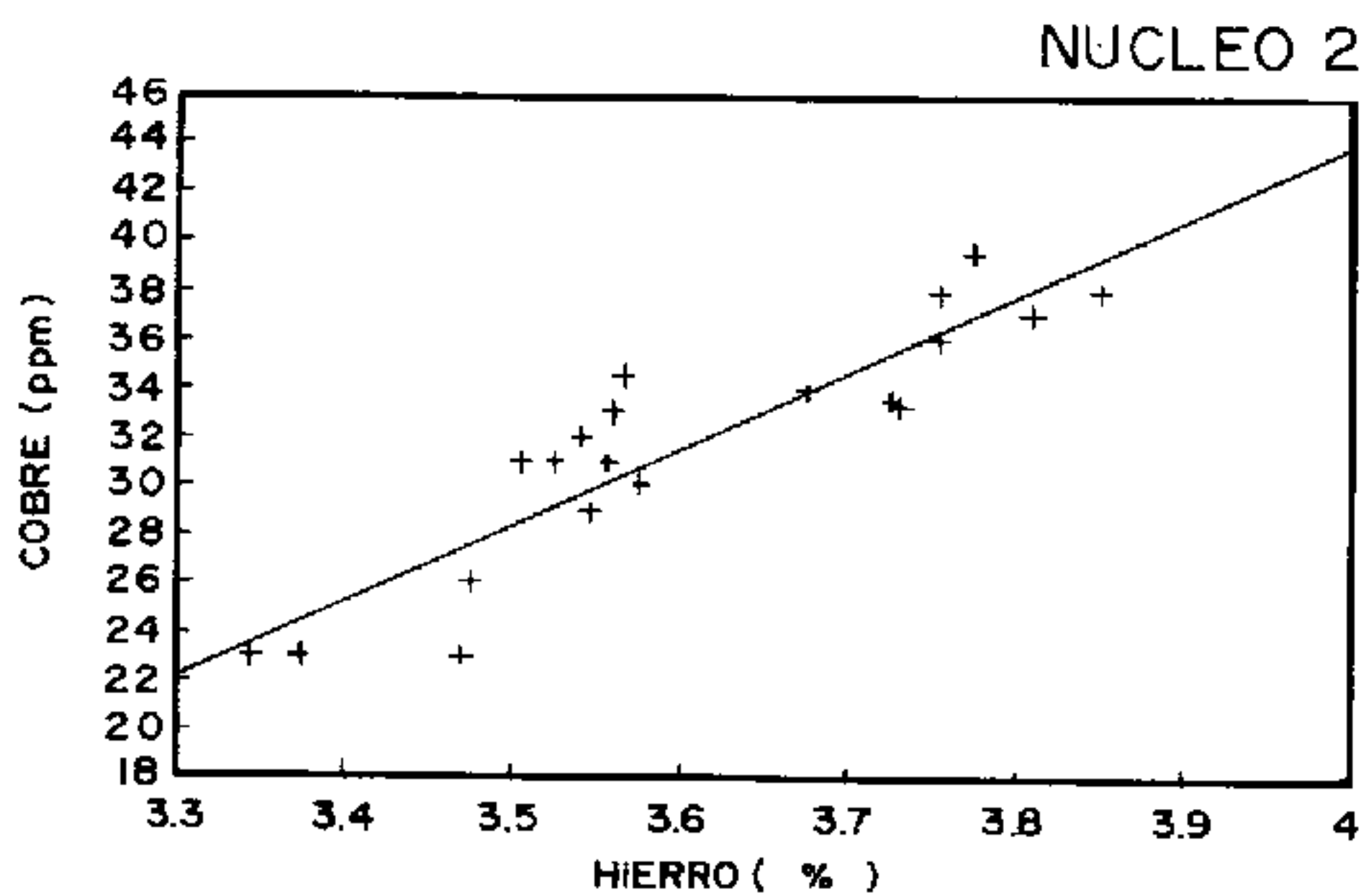
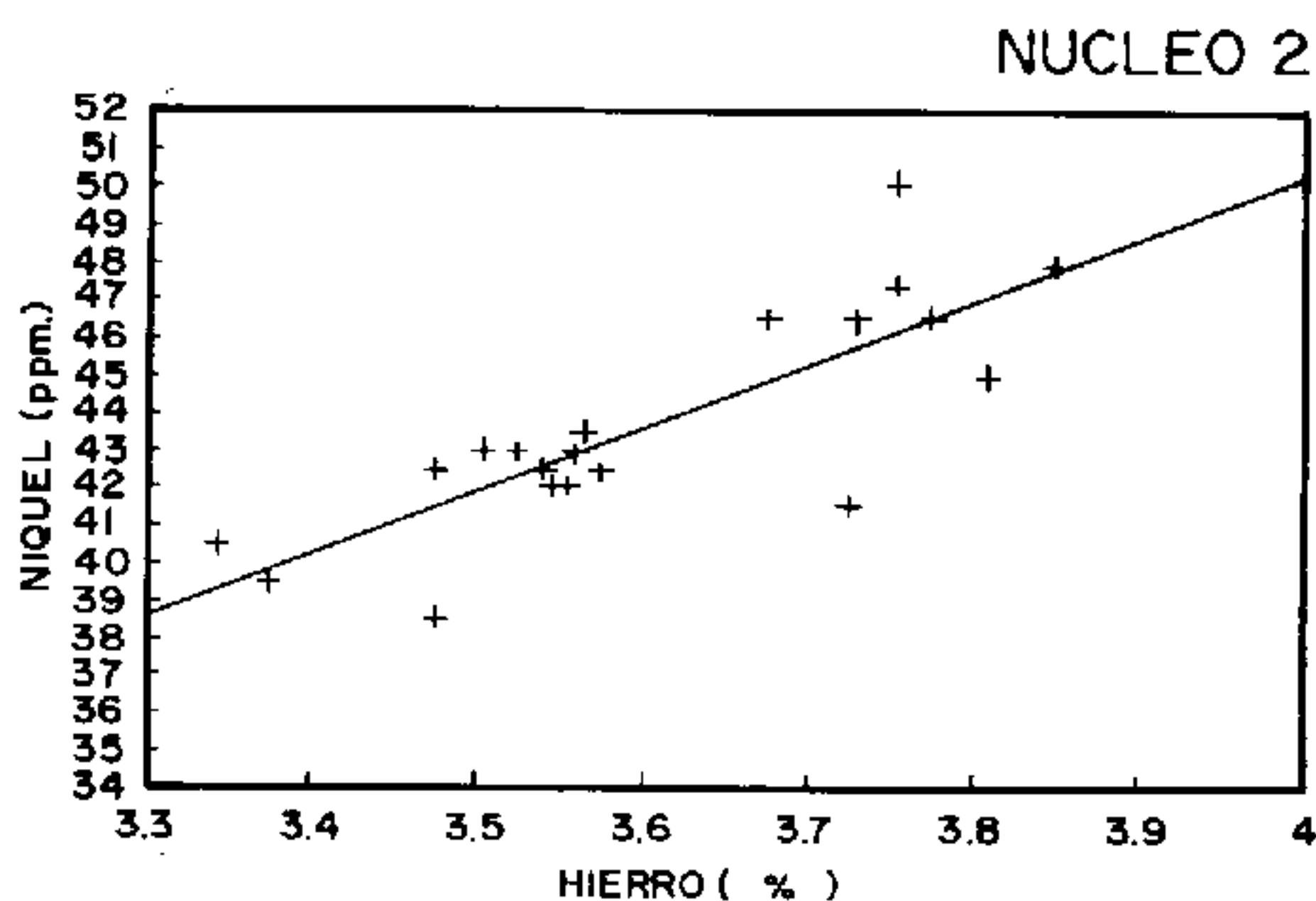
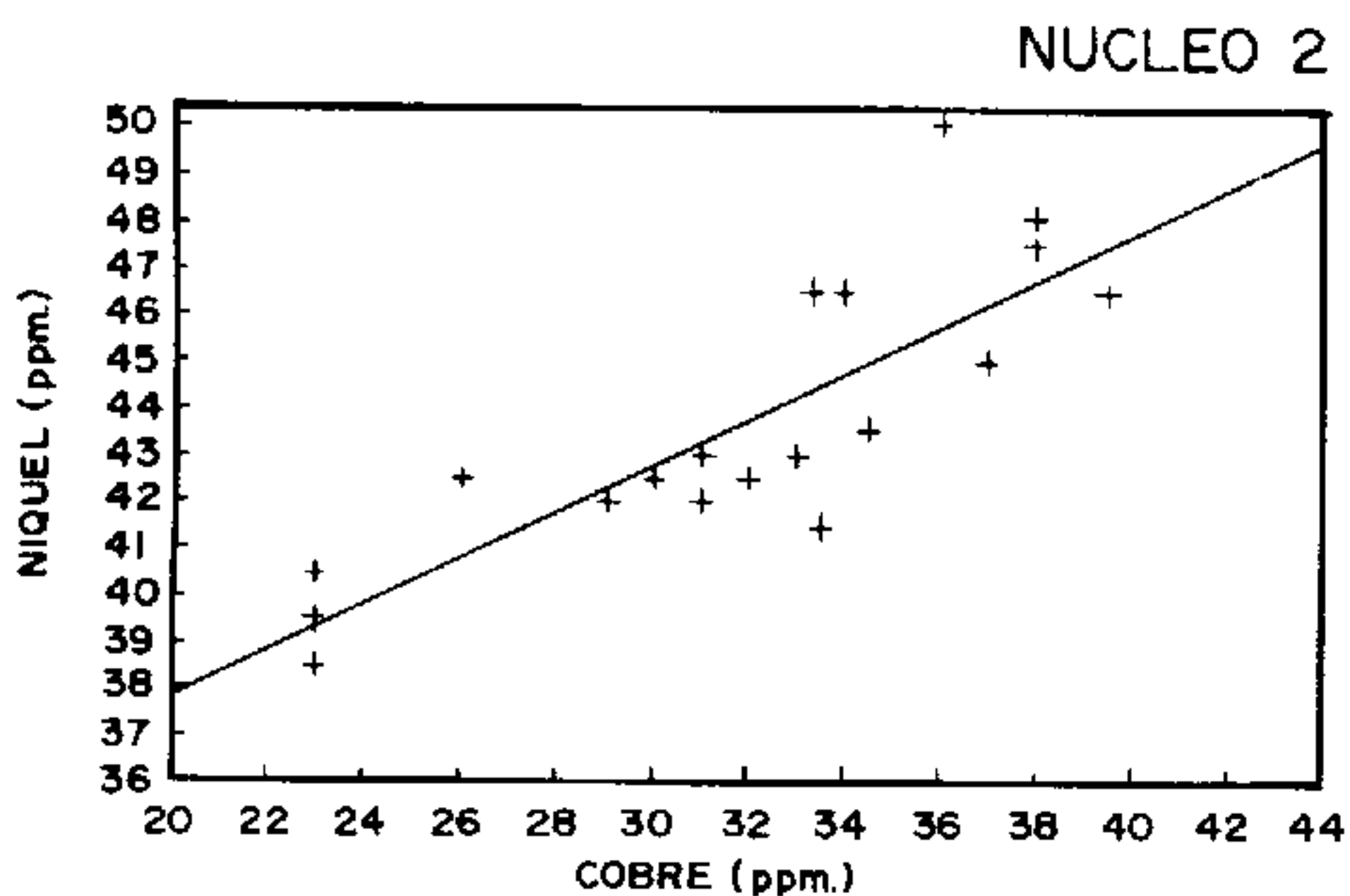


Figura 10 Relación metal -metal en los sedimentos del sistema costero Lobos

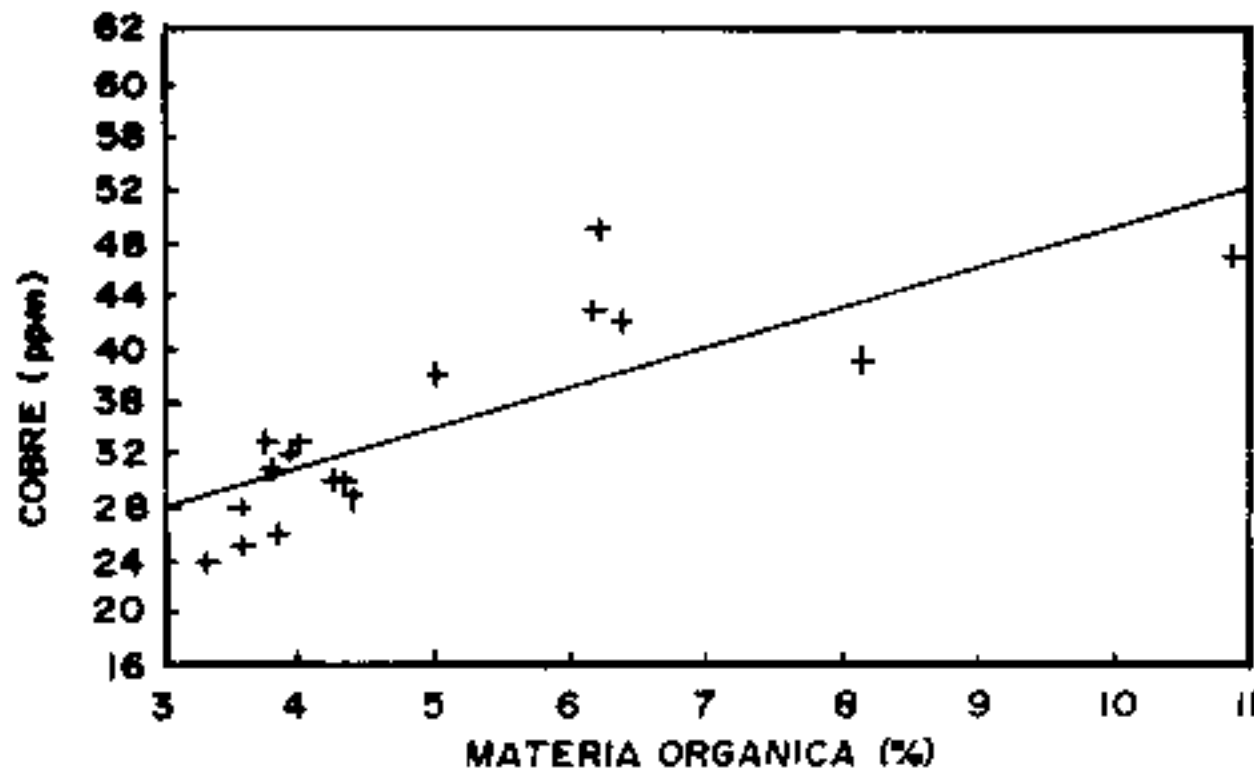


Figura 11 Relación materia org.- cobre en el núcleo 3 del sistema costero Guasimas.

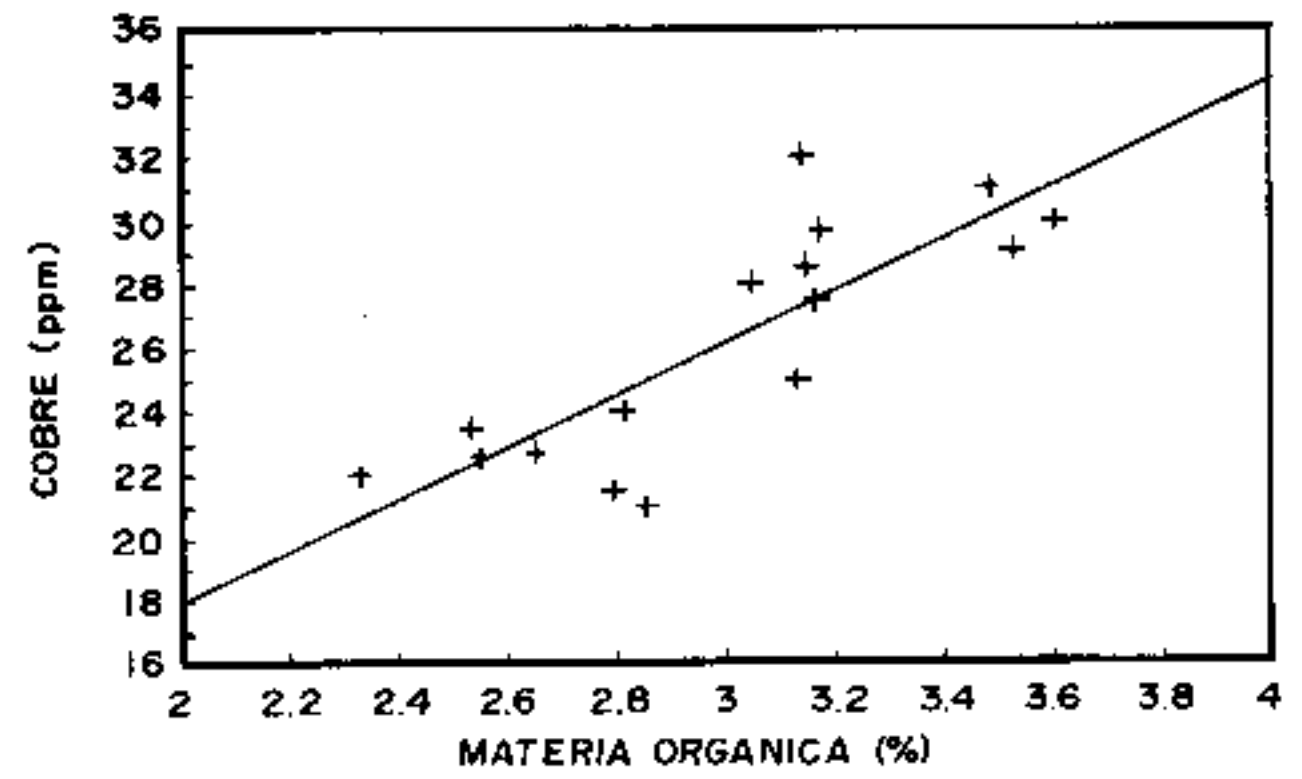


Figura 12 Relación materia org.- cobre en el núcleo 4 del sistema costero Los Algodones.

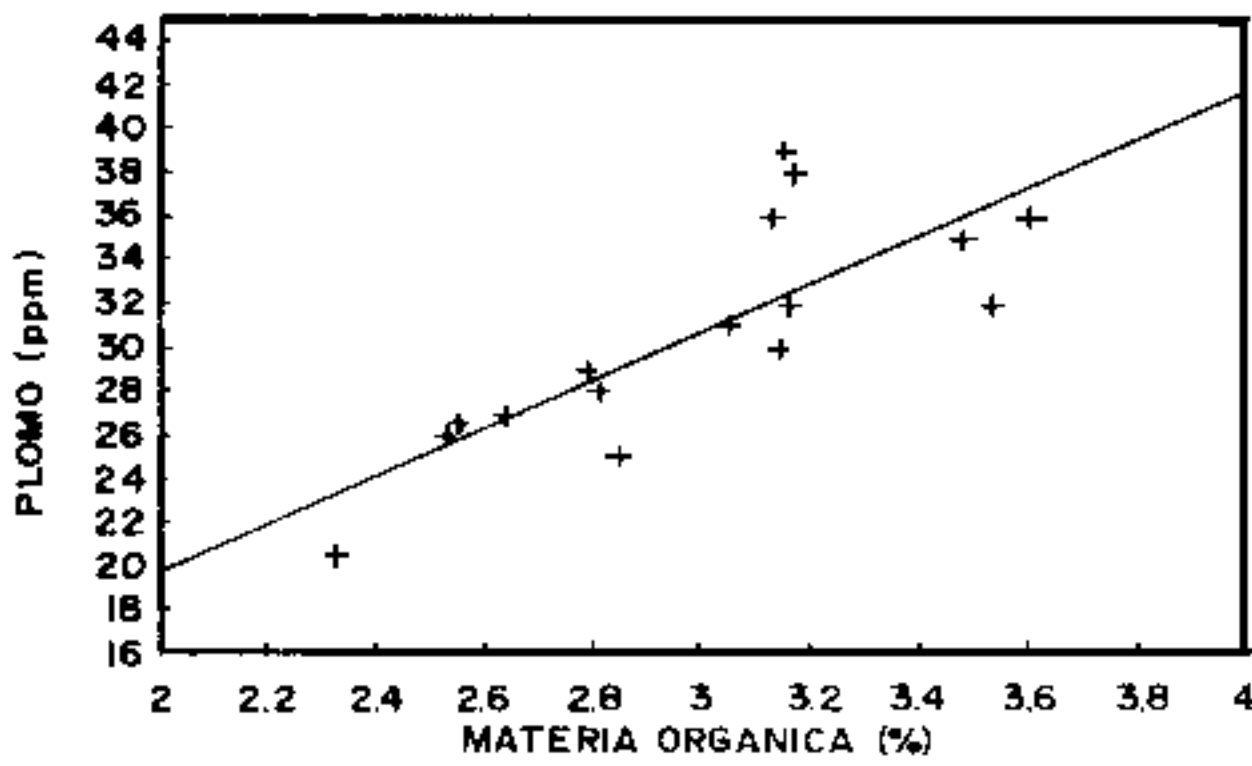


Figura 13 Relación materia org.- plomo en el núcleo 4 del sistema costero Los Algodones.

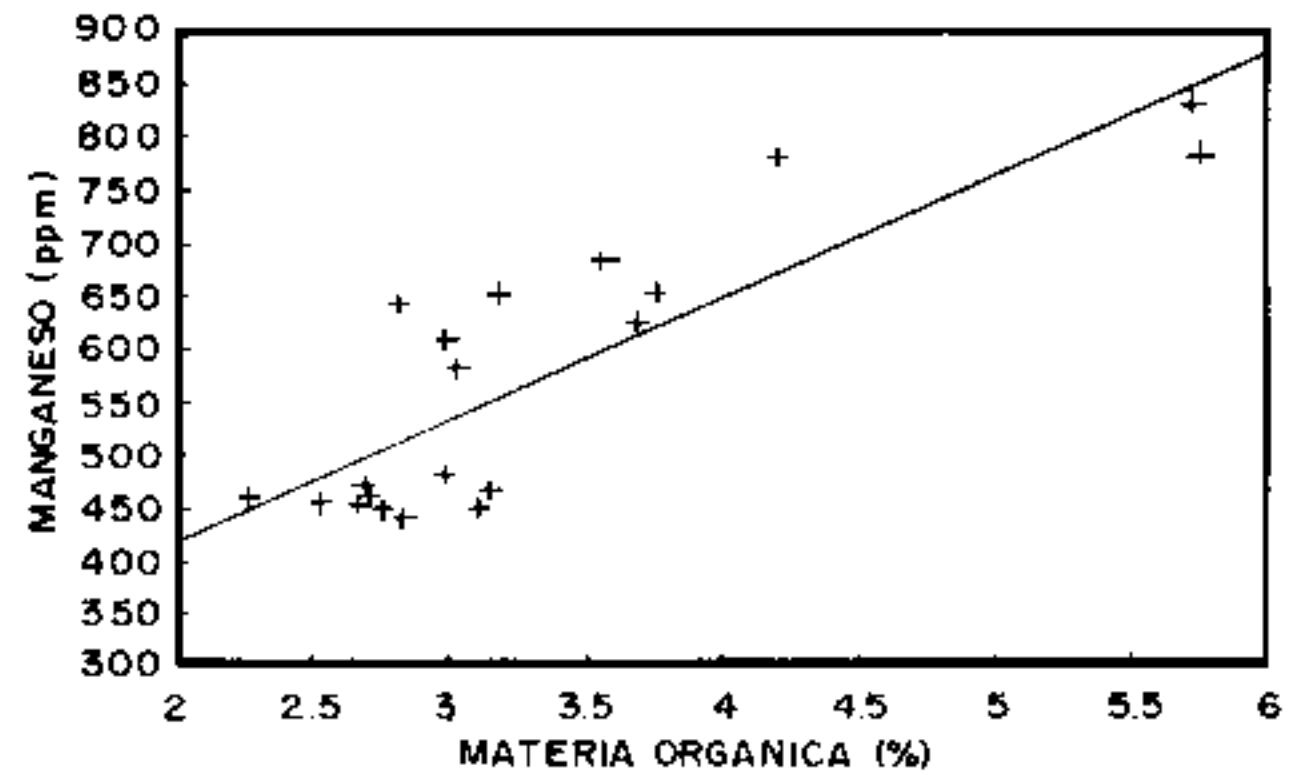


Figura 14 Relación materia org.-manganeso en el núcleo 3 del sistema costero Lobos

CONCLUSION

Existe una gran dependencia entre las características granulométricas del sustrato en los niveles de acumulación de Cu, Fe, Ni y Mn en los núcleos de sedimentos correspondientes al Estero Los Algodones y al Estero Lobos.

El tamaño medio de partícula del sedimento no es uno de los principales factores que más influyen en la distribución y concentración de los metales pesados en esas zonas, sino que, es afectada por diagénesis de tipo selectiva en la columna sedimentaria.

En los tres sistemas costeros, se dio una relación directa entre el contenido de materia orgánica y el Cu, Pb y Mn, y una relación inversa con el Fe y Ni. Este comportamiento indica que el contenido de materia orgánica es uno de los parámetros que influyen en la distribución de éstos metales en la columna sedimentaria,

aunado también a la metabolización de esa materia orgánica debido a los procesos de óxido-reducción.

De acuerdo a las correlaciones obtenidas entre los metales pesados, hace suponer que el Ni, Cu y Pb están siendo aportados a los sedimentos por minerales ferromagnesianos ó pueden estar asociados con óxidos de Fe, Mn u óxido-hidróxidos ya sea en forma adsorbida ó en forma co-precipitada.

La distribución y concentración de los metales pesados están determinados por la precipitación, probablemente como carbonatos ó mediante la reducción de óxidos de Mn y Fe y la disolución de carbonatos; ó durante la precipitación de sales de los iones más abundantes como: CaSO₄, MgSO₄, NaCl, KCl, MgCl₂, desplazando así a los iones metálicos que se encuentran adsorbidos en las partículas.

Se establece que el contenido de materia orgánica, es directamente proporcional al contenido de limos y arcillas en los sedimentos, encontrándose en un rango menor de 0.78% en arenas finas, hasta cerca de 40% en limos y arcillas, por lo que en las regiones en donde el contenido de materia orgánica es menor se le atribuye comúnmente a la disolución de los sedimentos con particular gruesas no-arcillosas, o sea que la distribución de la materia orgánica está relacionada con las características morfológicas de cada sistema costero.

En todas las curvas de la distribución vertical de materia orgánica, se aprecia un comportamiento irregular en los sedimentos más superficiales, produciéndose valores máximos en las capas comprendidas entre los 10 y 20 cm, lo cual puede deberse a la existencia de microambientes reductores en el sedimento. Esto puede imputarse, principalmente, a que la velocidad de descomposición de la materia orgánica es alterada al llevarse a cabo cambios en los factores básicos del medio ambiente.

En los tres sistemas costeros, se desarrollan procesos de óxido-reducción que dan lugar a difusión y precipitación de los metales pesados a diferentes velocidades. Tales velocidades, se dan de acuerdo a los gradientes de concentración existentes, así como también a los procesos diagenéticos que ahí se desarrollan.

BIBLIOGRAFIA

- Agemian, H. and Chau, A.S.Y., 1975.-** An Atomic Absorption Method for the Determination of 20 Elements in Lake Sediments After Digestion. Analytica Chemical Acta 80-6100. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Carranza, E.A., Gutierrez, M.E., y Rodriguez, R.T., 1975.-** Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. An. CCM y L. U.N.A.M. 2(1): 81-88
- Emery, K.O., 1938.-** Rapid Method of Mechanical Analysis of Sand: Jour. Sedim. Petrol., v. 8, p. 105-111
- Elderfield, H., Hepworth, A., 1975.-** Mar. Pollut. Bull., vol. 6, p. 85-7
- García, E., 1973.-** Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Koppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Inst. Biol. An. 41 (1): 243.
- Krumbein, W.C., 1932.-** The Mechanical Analysis of Fine Grained Sediments. J. Sedim. Petro., p. 140-149
- Lankford, R.R., 1977.-** Coastal Lagoons of Mexico. Their origin and classification. En: Wiley, M., (ed.). estuarine Processes. Estuarine Research Federation Conference, Galveston, Texas. Octubre 6-9, 1976. Academic Press Inc. New York 2: 182-215
- Renfro, W.C., 1973.-** Transfer of Zn from sediments by marine polychaete worms. Mar. Biol., 21, 305-316.