UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO DE ELEMENTOS MENORES EN ALGUNOS GORGONACEOS

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL TITULO DE

B I O L O G O

PRESENTA

LUIS HUACUJA RUIZ

México, D. F., 1966

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTE TRABAJO SE DESARROLLO EN EL INSTITUTO DE QUIMICA

DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO,

BAJO LA DIRECCION DE LOS SEÑORES DOCTORES

SERGIO FLORES NAVA

Y

BARBARIN ARREGUIN LOZANO

3440

Agradezco a la Doctora María Cristina Pérezamador y al Doctor Jacobo Gómez Lara sus valiosas observaciones al presente trabajo y su ayuda en la redacción del mismo.

Agradezco al Doctor Octavio Cano Corona y a la señorita Gloria Ayala Rosas, del Instituto de Física, Sección de Rayos X, su valiosa colaboración para el desarrollo de esta tesis.

Agradezco al Doctor Alejandro Villalobos, Director de la Sección de Hidrobiología del Instituto de Biología, las facilidades proporcionadas para colectar el material estudiado y su ayuda en la identificación taxonómica del mismo.

I. - INTRODUCCION

II. - GENERALIDADES

III. - PARTE TEORICA

IV. - PARTE EXPERIMENTAL

A. - MATERIAL

B. - METODOS

C. - RESULTADOS

V. - DISCUSION

VI. - CONCLUSIONES

VII. - BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Este trabajo pretende despertar el interés para estudios posteriores, con la finalidad de conocer los diferentes fenómenos que constituyen, en forma integral, el complejo dinámico marino, fenómenos de todos los órdenes: físicos, químicos, bioquímicos, etc. Sólo así sería posible acercarse un poco al conocimiento del mar y sus relaciones con los organismos, pues únicamente conociendo las influencias recíprocas entre medio y organismos podría lograrse una aproximación cognoscitiva de los diferentes estados bio-ecológicos. El tener una información de todas las diferentes manifestaciones del mar en relación con los organismos, representa un valor de gran trascendencia si se relaciona detenidamente con todas las entidades biológicas del pasado y las que actualmente viven en él, ya que se trata del medio natural en el cual se sucedieron y suceden ininterrumpidamente ciclos biológicos de millones de seres, constituyendo muchos de ellos una fuente de aprovechamiento para la humanidad.

Para este trabajo se ha seleccionado material vivo y, en especial, un tipo de Celenterados (de los llamados corales blandos), debido a su relativa abundancia y fácil colecta y porque el lugar de procedencia, "La Blanquilla", Estado de Veracruz, es una zona arrecifal que actualmente está siendo estudiada por el personal del Instituto de Biología, Sección de Hidrobiología, de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se tiene el proyecto de conocer en forma integral la composición de ese arrecife coralífero que está situado en las siguientes coordenadas geográficas: 19° 13' 35'' Lat. norte y 96° 06' 00'' Long. oeste.

En este trabajo se investigó, en el contenido orgánico de cierto tipo de Celenterados marinos, la presencia de elementos inorgánicos menores (aquellos que se encuentran en pequeñas cantidades) y se trató de establecer su posible relación con el medio externo.

También se hizo el análisis del agua de mar tomada de la misma profundidad a la que fueron colectadas las colonias, así como de la arena y del sustrato en donde directamente están adheridas las colonias y después se hizo la correlación cualitativa de los elementos encontrados en el medio externo y en el medio interno de los organismos.

Aun cuando se han hecho estudios sobre algunos de estos elementos, la mayoría de los datos que se tienen son producto de estudios analíticos en material sedimentario o bien en restos de organismos como: caparazones, valvas, etc., para obtener datos con valores estimativos de orden paleontológico y geológico (1 y 2), por lo que en ninguno de los dos tipos de material se puede precisar hasta que punto determinado elemento o elementos podrían corresponder al contenido orgánico, de ahí que ni siquiera se tengan valores correspondientes a un grupo de organismos en particular.

Existen datos analíticos sobre el estudio de un solo elemento en corales, por ejemplo, el torio (determinado por espectrofotometría), pero sin precisar si forma parte del material orgánico o no (3).

Otros investigadores estudiaron el contenido de estroncio y bario en corales fósiles y lo relacionaron con el contenido de estos elementos en el agua, deduciendo que en corales fósiles la concentración de estroncio es muy pequeña y que es un elemento que se acumula en el agua (4).

GENERALIDADES

La realización de este trabajo obedece a la importancia que han tenido, en diferentes partes del mundo, los estudios de los recursos marinos, aunque la mayoría de ellos se detienen únicamente en el contenido químico de los organismos sin establecer relación alguna con el medio; y también, debido al especial interés de iniciar una investigación nueva y dejar un pequeño antecedente en este amplio campo de trabajo.

El material estudiado se colectó en el extremo sur del arrecife "La Blanquilla", a una profundidad aproximada de 7 a 10 metros. Estos animales son organismo coloniales; a cada uno de ellos se le da el nombre de zooide y en la colonia están dentro de una estructura mas o menos dura llamada cenénquima. La colocación de los zooides dentro del cenénquima puede ser en forma irregular o bien, regularmente en forma lineal. Los zooides se comunican al exterior por los antocodia y entre sí por medio de una prolongación de la cavidad gastrovascular que recibe el nombre de solenia (5).

Estos organismos son exclusivamente celenterados pólipos. Los pólipos de algunos Octocorallia son retráctiles y otros no, siendo estos últimos los más sencillos. Las colonias que forman viven adheridas al fondo en forma variable según la profundidad y el movimiento del agua. Habitan profundidades variables que van desde 3000, 300, 100 y 6 a 10 metros. Son colonias de dimensiones moderadas, de color variable: café, amarillo claro, verde oliva, rojo, púrpura, etc. La mayoría de las colonias de los gorgoniaceos tienen forma de planta, con un tronco principal con ramificaciones; se fijan al sustrato por medio de un disco ba--

sal o estolón y esto es variable dependiendo de la profundidad a que viven. Las ramificaciones pueden estar en un solo plano, como los llamados abanicos de mar, o en varios planos, como es el caso de los estudiados.

Estos organismos se identificaron taxonómicamente siguiendo el método más usual y exacto para el caso, que consiste en analizar cuidadosamente el tamaño, forma, ornamentación, color y disposición de las espículas en el cenénquima.

La identificación se basa precisamente en estos caracteres debido a que son típicos para cada especie. Se encontró que la posición taxonómica de los corales estudiados es la siguiente:

Phylum Coelenteratta

Clase Anthozoa

Subclase Octocorallia (Haeckel), 1856

Orden Gorgonacea

Familias Plexauridae y Gorgonidae

A la primera familia pertenecen organismos que tienen axis o eje con corteza comúnmente loculada (aunque no siempre). El cenénquima, generalmente grueso, con un círculo de canales longitudinales al eje. Espículas largas, frecuentemente de varios milímetros de longitud. Pólipos con o sin armadura ontocodial. Distribuidos sus representantes en aguas poco profundas y no frías. Mejor representados en América tropical. De esta familia se estudiaron las siguientes especies:

Eunicea (euniceopsis) fusca (Duchassaing y Michelotti), 1860

Muricea atlantica (Kürenthal), 1919

Pseudoplexaura porosa (Houttuyn), 1772

Eunicea (eunicea) succinea (Pallas), 1766

(forma succinea)

Plexaurella nutans (Duchassaing y Michelotti), 1860

De la familia Gorgonidae (Lamprux), 1812, se sabe que sus representantes también tienen eje o axis, espículas pequeñas hasta 0.3 milímetros y ornamentadas con tubérculos arreglados transversalmente en cinturón. Exclusivamente en forma de huso o formas derivadas de él. Distribuidas la mayor parte de sus especies en arrecifes y aguas poco profundas en la región occidental de la India. Junto con los plexauridos, forma parte de la fauna de Octocorales de aguas someras.

De esta familia únicamente se estudió una sola especie que corresponde a Pseudopterogorgia acerosa (Pallas), 1776.

PARTE TEORICA

En los últimos años se ha observado un creciente interés por el estudio del agua de mar, teniendo como objetivo conocer los principales fenómenos físicos y químicos y el comportamiento de algunos elementos químicos en el medio marino.

Se ha demostrado la presencia de la mayoría de los elementos menores y se conoce su participación en diversas reacciones termodinámicas de varios sistemas químicos presentes en el mar, pero poco se sabe acerca de la variabilidad de sus concentraciones cuando se relacionan con la profundidad, posición del lugar, superficie y la estación, por lo que aún no ha sido posible establecer en definitiva las concentraciones y formas químicas bajo las cuales se encuentran.

De los elementos menores, el cobre ha sido ampliamente estudiado. Existen varios métodos para analizarlo, siendo en su mayoría colorimétricos. Tuck y Osborn (7) consideran que el reactivo 2:2' diquinolil ($C_{18}H_{12}N_2$) es el más específico y el mejor para este tipo de determinaciones. Las investigaciones realizadas de 1932 a 1961 por diferentes investigadores, en distintas partes del Atlántico y del Pacífico, permitieron hacer comparaciones entre ambos océanos y establecer que la mayor concentración correspondía al Atlántico, pero trabajos más recientes demuestran que es mínima la diferencia. Además, se sabe que la concentración cambia con las estaciones.

Del fierro también se conocen datos interesantes. Cooper (8) lo encontró en forma soluble y también en estado coloidal, siendo

mayor la concentración de la segunda forma; sin embargo, esto varía con la profundidad, cercanía a la costa, etc. Menzel y Spaet (9) encontraron que la concentración de las dos formas señaladas, en las aguas del mar de los Sargasos, es casi la misma:

Concentración de la forma soluble = 1.7 ug/l

Concentración de la forma coloidal = 1.9 ug/l

por lo que sugieren que estas variaciones no son considerables en mar abierto.

El manganeso, en el agua de mar, se encuentra en una concentración de 0.4 a 0.8 ug/l, desconociéndose su forma química. Diferentes investigadores como Rona, Hood, Muse y Buglio, encontraron que la mayor parte del manganeso se extrae con dietiltiocarbamato, lo cual indica su naturaleza divalente. No se encontró manganeso tetravalente coloidal por ultracentrifugación. Una pequeña parte, pero persistente por ser complejo orgánico, hizo pensar que estuvo presente y pasó al ultrafiltro (10 mu), aunque no fue dializable a través de membrana de acetato de celulosa (10).

Goldber y Arrhenius (11) encontraron las siguientes concentraciones de manganeso:

Aguas superficiales = 2.8 ug/l

Aguas a 1000 m. = 5.8 ug/l

Aguas a 3500 m. = 0.4 ug/l

En el Golfo de México se registró variación en aguas profundas de 0.8 a 4.0 ug/l y en superficiales, de 0.3 a 1.4 ug/l.

Respecto al zinc, Rona Hood, Muse y Buglio (10) encontra--

ron en el Golfo de México 2.6 a 6.4 ug/l de zinc iónico y 5.5 a 8.7 ug/l de zinc total. A profundidades intermedias encontraron ligeras variaciones en el zinc iónico y total. También se piensa en la posibilidad de que una pequeña fracción de zinc ultrafiltrable (10 mu), pero no dializable, se encuentre en el agua de mar.

El trabajo más reciente, y en cierta forma comparable al nuestro, proporciona información respecto a la concentración del zinc en el agua de mar de la costa en relación con ciertos invertebrados:

Concentración en el agua de mar: 28 gamas por litro.

Concentración en Crossostrea cucullata y C. madresensis: 200 a 250 p.p.m.

Concentración en Balanus = 71.5 p.p.m.

Concentración en: Katelisia marmorata, Meretrix meretrix, y Mytilus viridis = 11.0 a 15.0 p p.m. (12).

Otros datos recientes informan acerca de la presencia de huellas de algunos elementos, entre ellos níquel, de 0.6 a 1.5 ug/l y de plomo, de 0.75 a 2.0 ug/l.

Todos los elementos menores antes señalados, muy posiblemente se encuentren como quelatos, aunque de esto, en los productos de mar se conoce bien poco. No obstante, es altamente probable que haya quelatación en fierro, manganeso, cobre, boro, cobalto y níquel, pues se sabe que estos elementos rápidamente se quelatan con compujstos orgánicos, esenciales para el desarrollo de los organismos.

Diferentes investigadores han presentado evidencias indicando que una pequeña parte del manganeso y zinc también se unen en alguna

forma con constituyentes orgánicos presentes en el agua de mar.

Los cationes de los elementos de transición que dentro de su configuración electrónica tienen electrones en orbitales de tipo d, han sido material de extensas investigaciones con respecto a la formación de complejos. Se ha desarrollado el llamado orden de "Irving Williams" que establece que la estabilidad de los compuestos de coordinación de dichos cationes aumenta en el siguiente orden:

$$Mn^{2+} \quad Fe^{2+} \quad Co^{2+} \quad Ni^{2+} \quad Cu^{2+} \quad Zn^{2+}$$

Esto es muy significativo para el caso de ligaduras orgánicas como puede verse en el cuadro I.

CUADRO I

Log. de las constantes de estabilidad para el orden de Irving Williams

Agente quelatante	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Acido diamino tetra-acético	14	14	16	18	19	16
Ac. malónico	3.3	-	3.7	4.0	5.8	3.5
Etilendiamina	2.7	4.3	5.9	7.9	10.5	6.5
Ac. nitrilotriacético	7.4	8.3	10.5	11.4	12.8	10.5
Cistina	4.1	6.2	9.3	-	-	8.8
8-hidroxiquinolina	6.8	8.0	9.1	9.9	12.2	8.5

Es de aceptarse que muchos organismos marinos necesitan para su desarrollo normal pequeñas cantidades de los elementos menores. Por estudios recientes se sabe que es considerable la acumulación de muchos metales por parte de la biomasa y que éstos existen en menor concentración en el agua (13).

Los metales son retenidos fuertemente por los organismos mediante enlaces químicos y no son fácilmente liberados. La habilidad para combinar específicamente un determinado elemento del agua de mar es frecuentemente una propiedad exclusiva de organismos de una familia; por ejemplo, ciertos Tunicados concentran vanadio (14). En la colonia Eudistona ritteri se ha encontrado titanio, el cual es acumulado en una concentración un millón de veces mayor que la concentración del agua de mar.

El problema de la selectividad en estos procesos de enriquecimiento ha sido analizado y se señala que quelatos o complejos simples ligan una serie de iones metálicos y forman complejos con grado de estabilidad variable y se sugiere que la especificidad en la naturaleza suministra ambos grupos químicos apropiados y una geometría propia para la captura de un metal determinado, del agua de mar.

Se considera que, en general, los factores en las concentraciones relativas son paralelos al orden de estabilidad de los complejos formados por ligaduras con iones metálicos (ver cuadro II). Los factores para la concentración de estos metales en organismos completos indican claramente que los elementos de transición con 10 electrones d están mucho más enriquecidos en la biomasa que los cationes sin electrones d, existiendo una correspondencia entre el enriquecimiento de los cationes d^{10} y el orden Irving Williams.

Los factores de concentración no pueden compararse de investigación a investigación debido a las diferencias en experimentación, técnicas para reducción de las muestras, etc. Es notable y puede apreciarse en el cuadro II, la diferencia en selectividad por elementos.

CUADRO II

En este cuadro se ilustran algunos factores de concentración de elementos en organismos marinos en relación a la estabilidad de complejos formados por iones metálicos con variedad de ligaduras. Las intercomparaciones solamente son válidas a lo largo de las líneas horizontales. Los elementos están arreglados de acuerdo con el orden "Irving Williams".

ORGANISMOS	METALES									
	Cu	Ni	Pb	Co	Zn	Mn	Mg	Ca	Sr	Ba
Algas marinas	-	550	-	-	900	-	-	-	23	-
Algas del bentos	-	200 40000	-	-	-	1000 30000	-	-	-	-
Plancton	400 90000	20 80000	30 12000	100 16000	-	-	-	-	-	-
Animales marinos	-	3000 70000	-	-	-	2000 10000	-	-	-	-
Anchoveta	80	-	10000	-	400	1000	0.1	7	8	20
Atún de aleta amarilla	200	-	-	-	700	80	0.2	6	7	2
Pez "Bonito"	100	50	-	-	500	40	0.3	5	5	3
Esponjas	1400	420	-	50	-	-	-	0.07	3.5	-

Los procesos de quelatación, considerados como reacciones complejas, tal vez son el inicio de la selectividad y acumulación de los cationes, que tiene lugar en superficies externas de los organismos, por lo que se ha sugerido que algunos tienen capas mucosas expuestas al agua, actuando esta masa biológica como una superficie de absorción para cualquier forma de selección de elementos. Ótra forma de captar estos elementos menores sería retener o expulsar partículas orgánicas o inorgánicas a través de procesos metabólicos muy especiales.

Por todos estos antecedentes y considerando la importancia de hacer una determinación más racional de los elementos capaces de quelatarse, fue que se efectuó este estudio en el que se tuvo especial cuidado en aislar primero la parte orgánica, aprovechando su solubilidad en disolventes orgánicos y en esta forma fue posible separarla del material inorgánico. Sin embargo, no hay que descartar la posibilidad de encontrar los mismos cationes en el material inorgánico de los corales, sólo que, formando sales que no intervienen directamente en la constitución química inorgánica del flúido celular.

Una vez aislados los componentes orgánicos, se determinaron los metales que contenían, obteniéndose resultados halagadores. La consecución de este trabajo sería la determinación estructural de la parte orgánica correspondiente.

PARTE EXPERIMENTAL

A.- MATERIAL NECESARIO.

Como ya se indicó, el material sometido a este estudio se colectó en el lado sur del arrecife coralífero "La Blanquilla", Estado de Veracruz. Después de sacado el material, se dejó secar perfectamente, lo cual facilitó separar el eje del cenénquima (en este van incluidos los zooides). El eje de la colonia en algunas especies resultó ser sumamente quebradizo, como en Pseudopterogorgia acerosa y Plexaurella nutans. Esta separación tuvo por objeto trabajar independientemente el eje y el cenénquima, ya que se trata de estructuras completamente diferentes.

El material de laboratorio utilizado fue el siguiente:

Refrigerante de acero inoxidable

Garrafones Pyrex con capacidad de 20 l.

Disolventes: dicloruro de etileno y metanol.

Vapor como fuente de calor para la extracción.

B.- METODO PARA LA OBTENCION DE LOS EXTRACTOS

La separación de ambas partes cenénquima y eje, se hizo golpeando simplemente la colonia ya seca con cierto cuidado para evitar rupturas del eje y que este se mezclase con el cenénquima. Una vez separadas ambas partes, se trataron por separado, desde luego, con dos disolventes orgánicos de polaridad diferente, dicloruro de etileno y metanol, siendo más polar el segundo y por lo mismo también las sustancias que con él se extrajeron; esto quiere decir que las sustancias extraídas con el dicloruro de etileno fueron muy diferentes respecto a las anteriores.

CUADRO III

Extractos orgánicos de los cenénquimas con dicloruro de etileno y con metanol

Nombre del ejemplar	Peso del material seco	Extractos con $C_2H_4Cl_2$	Extractos con CH_3-OH
Eunicea (euniceopsis) fusca	0.910 Kg	64 g	28 g
Muricea atlantica	7.975 Kg	580 g	150 g
Pseudoplexaura porosa	1.900 Kg	64 g	28 g
Eunicea (eunicea) succinea (forma succinea)	0.460 Kg	47 g	36 g
Plexaurella nutans	6.180 Kg	495 g	162 g
Pseudopterogorgia acerosa	1.400 Kg	257 g	89 g

Extractos orgánicos de los ejes con dicloruro de etileno y con metanol

Nombre del ejemplar	Peso del material seco	Extractos con $C_2H_4Cl_2$	Extractos con CH_3-OH
Eunicea (euniceopsis) fusca	0.200 Kg	3.0 g	13 g
Muricea atlantica	1.180 Kg	9.3 g	26 g
Pseudoplexaura porosa	0.850 Kg	2.0 g	38 g
Eunicea (eunicea) succinea (forma succinea)	0.105 Kg	1.4 g	21 g
Plexaurella nutans	0.310 Kg	1.7 g	11 g
Pseudopterogorgia acerosa	0.655 Kg	4.5 g	11 g

Primero se trabajó en el cenénquima de cada una de las especies ya descritas. Antes de trabajarlo se fragmentó muy bien este material para hacer más efectiva la extracción; ya fragmentado, se introdujo en el garrafón y se agregó el disolvente dicloruro de etileno en cantidad suficiente para cubrirlo perfectamente. El garrafón se colocó en el baño de vapor y se le puso el refrigerante. En esta forma se tiene un sistema de flujo y reflujo constante, en el que el disolvente extrae las sustancias orgánicas del material. El sistema se mantuvo trabajando durante cuarenta minutos, aproximadamente.

El cenénquima de cada coral se extrajo cuatro veces, colectándose los cuatro volúmenes parciales en un recipiente. Posteriormente el volumen total se evaporó al vacío, empleando nuevamente el baño de vapor y agitación constante. Con esto se recuperó, por una parte el disolvente usado y, por otra, se obtuvo el extracto orgánico representado por sustancias de poca y mediana polaridad.

La operación se repitió con el mismo material (cenénquima), pero empleando el disolvente de mayor polaridad, o sea, el metanol; se mantuvo así un extracto diferente en composición al anterior, por estar constituido este por sustancias muy polares.

El eje de cada colonia se extrajo exactamente en la misma forma que el cenénquima correspondiente, con lo cual se obtuvieron de esta otra serie de tratamientos dos extractos, uno de ellos formado por sustancias de poca y mediana polaridad y el otro formado por sustancias muy polares.

C.- RESULTADOS.

Los resultedos de esta primera parte experimental se encuentran en el cuadro III. Como puede apreciarse en este cuadro, para cada especie se obtuvieron cuatro extractos diferentes en total. Sin embargo, por múltiples razones no fue posible hacer completo el estudio analítico de estos organismos, como se había pensado originalmente. Por lo tanto, debe aclararse que de los cuatro extractos distintos correspondientes a cada especie, se seleccionó para su estudio solamente el extraído del cenénquima con dicloruro de etileno, es decir, el representado por sustancias de escasa y media polaridad.

La segunda parte del trabajo experimental corresponde al análisis inorgánico, propiamente dicho, de los elementos menores como parte integrante del material orgánico. Cada uno de los extractos orgánicos, previamente seleccionados, se sometió a una serie de lavados con agua para eliminar los iones inorgánicos que, sin estar formando parte de la materia orgánica, hubieran interferido con los verdaderos resultados. Las fracciones orgánicas se introdujeron en embudos de separación, se agregó agua destilada y disolvente (dicluroro de etileno) en proporción de tres a uno y se agitó fuertemente.

Una vez limpios los extractos, se calcinaron en crisoles de platino a una temperatura inicial aproximada de 200° que se elevó hasta alcanzar 800° y que se mantuvo por espacio de cuatro horas. Los resultados de la calcinación se encuentran en el cuadro IV.

CUADRO IV

Nombre del ejemplar	Peso de los extractos	Peso cenizas
Eunicea (euniceopsis) fusca	16 g	209.5 mg.
Muricea atlantica	17 g	61.0 mg.
Pseudoplexaura porosa	17 g	59.9 mg.
Eunicea (eunicea) succinea (forma succinea)	17 g	74.5 mg.
Plexaurella nutans	16 g	35.0 mg.
Pseudopterogorgia acerosa	17 g	61.0 mg.

Posteriormente se analizó la constitución de las cenizas en un espectrodifractómetro de rayos X marca Phillips, utilizando para este tipo de análisis la unidad de fluorescencia, un cristal analizador de fluoruro de litio y las siguientes condiciones: Velocidad, 16; tiempo en segundos, 8; multiplicador 1; kilovoltaje, 40; miliamperaje, 20.

Los resultados de estos análisis se encuentran graficados en las figuras 1 a 3 y 1' a 3'.

De cada muestra se obtuvo una gráfica y en cada una de estas gráficas se tomó el pico de máxima altura como 100% y a partir de éste se calcularon los porcentajes relativos de los demás elementos.

Los picos que aparecen cortados en las gráficas, se prolongaron hasta completarlos para obtener los porcentajes relativos.

De cada gráfica se seleccionaron solamente las señales correspondientes a la emisión K por ser las más representativas, a excepción del plomo para el que se eligió la L .

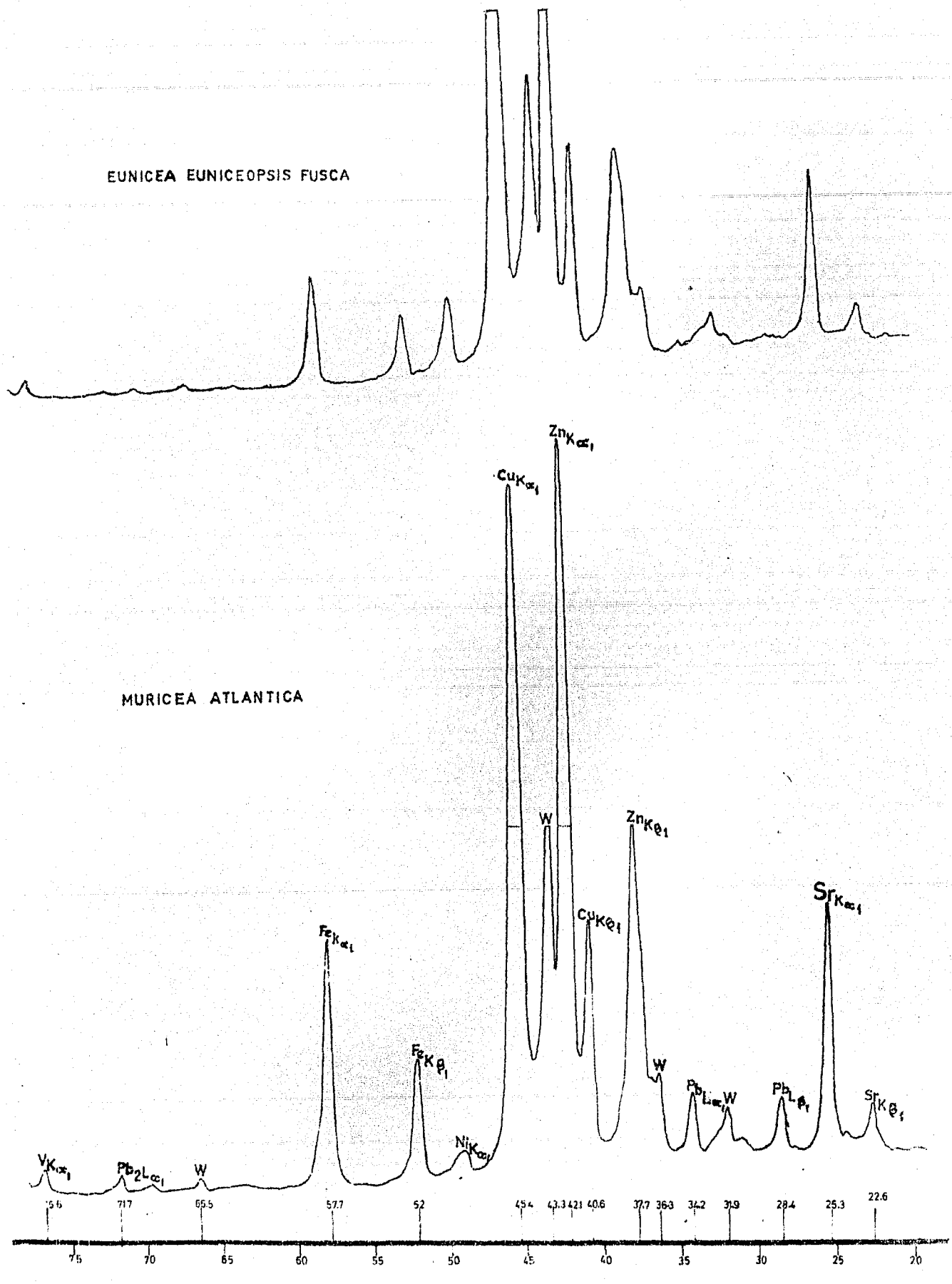
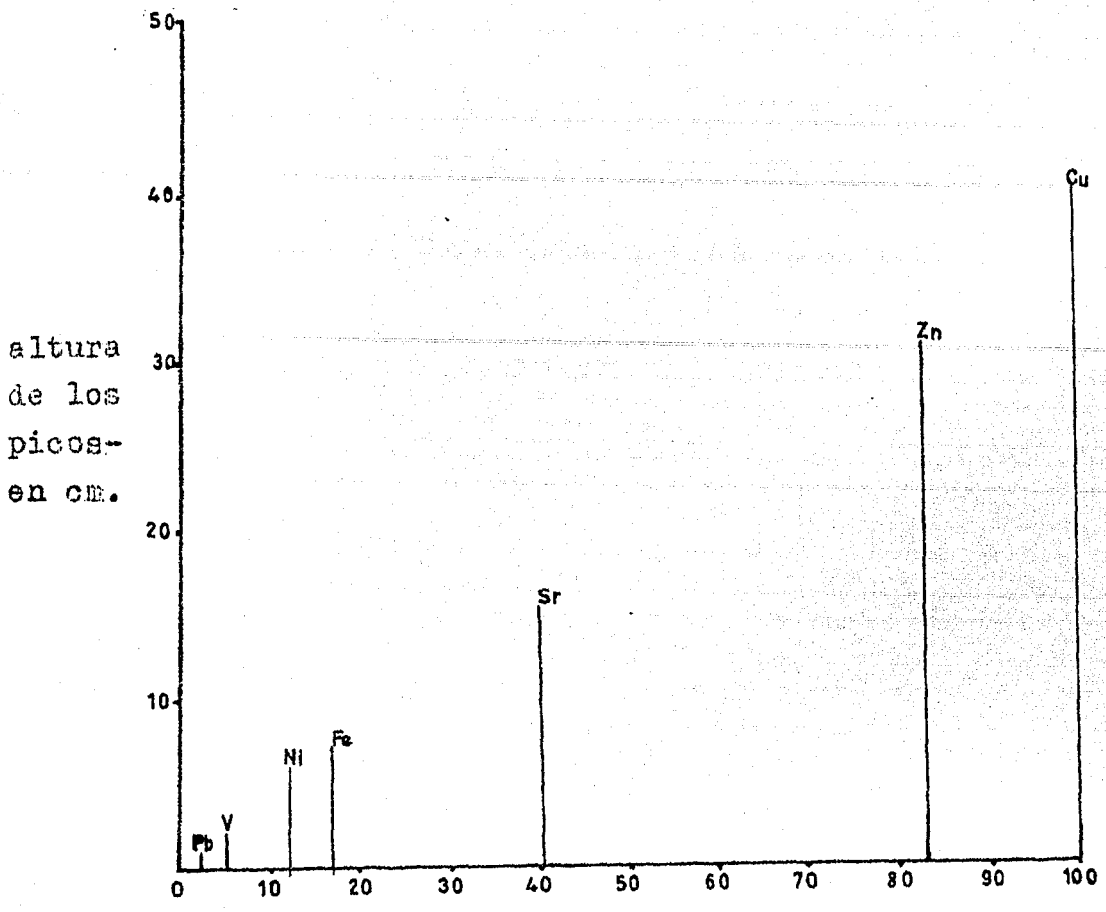
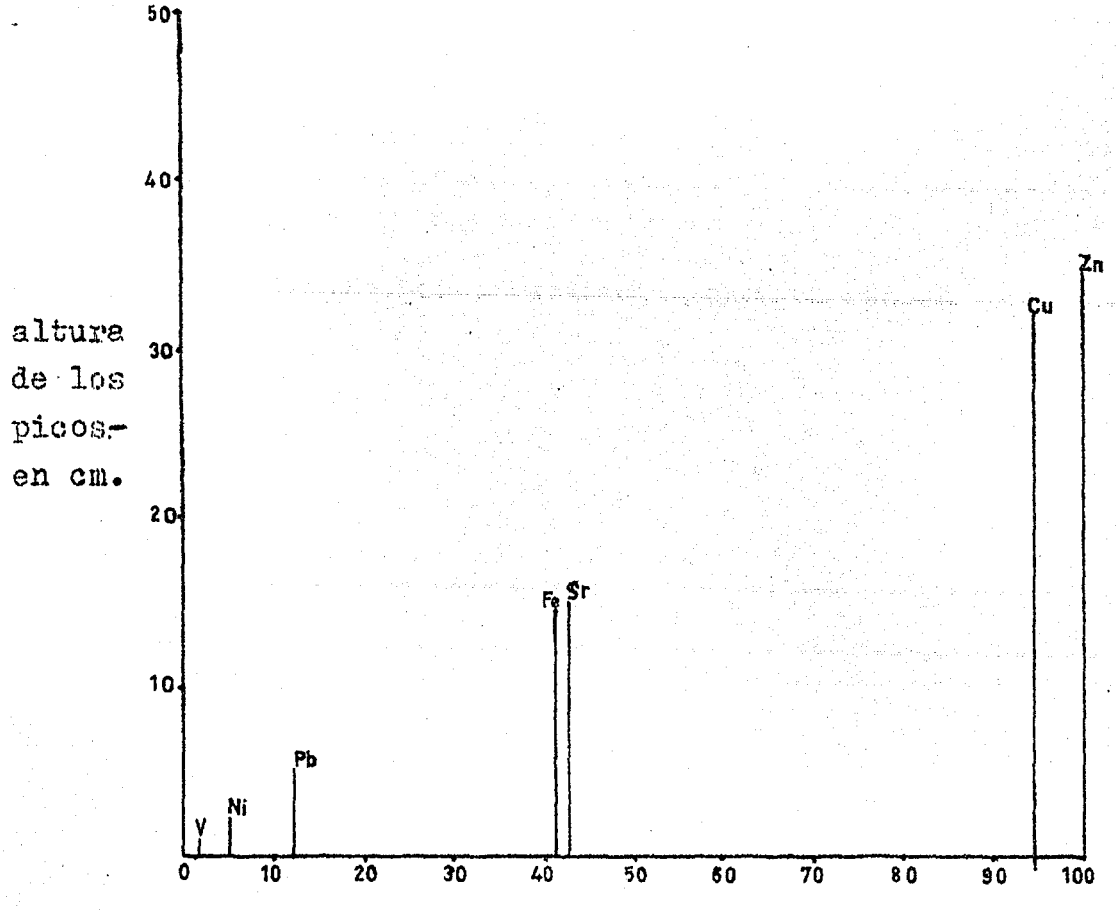

EUNICEA EUNICEOPSIS FUSCA
MURICEA ATLANTICA
$Zn K_{\alpha_1}$
$Cu K_{\alpha_1}$
W
$Zn K_{\beta_1}$
$Cu K_{\beta_1}$
$Sr K_{\alpha_1}$
$Fe K_{\alpha_1}$
$Fe K_{\beta_1}$
$Ni K_{\alpha_1}$
$V K_{\alpha_1}$
$Pb_2 L_{\alpha_1}$
W
$Pb L_{\alpha}$ W
$Pb L_{\beta_1}$
$Sr K_{\beta_1}$
75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20
Grados 2θ

Fig. 1



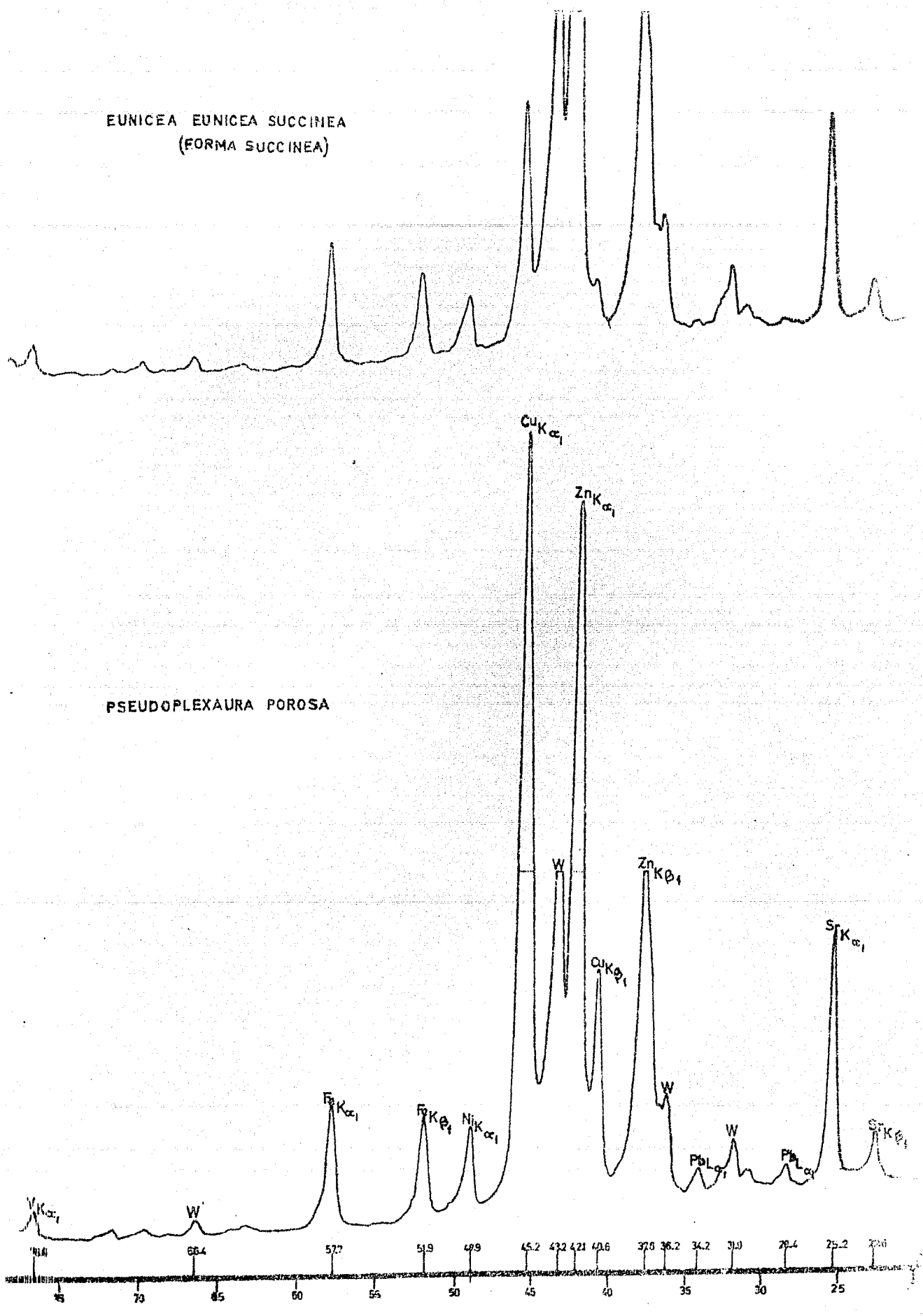
Porcientos relativos respecto al cobre.

Eunicea (euniceopsis) fusca



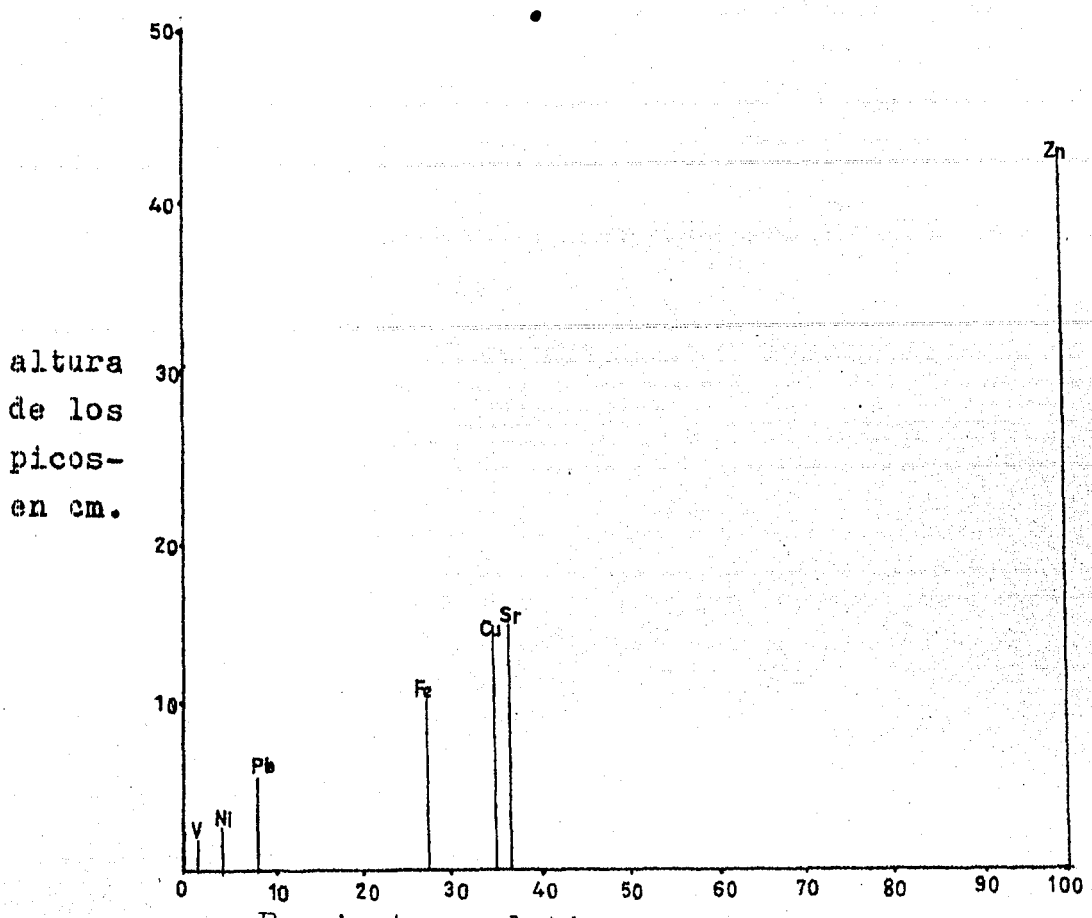
Porcientos relativos respecto al zinc.

Muricea atlantica



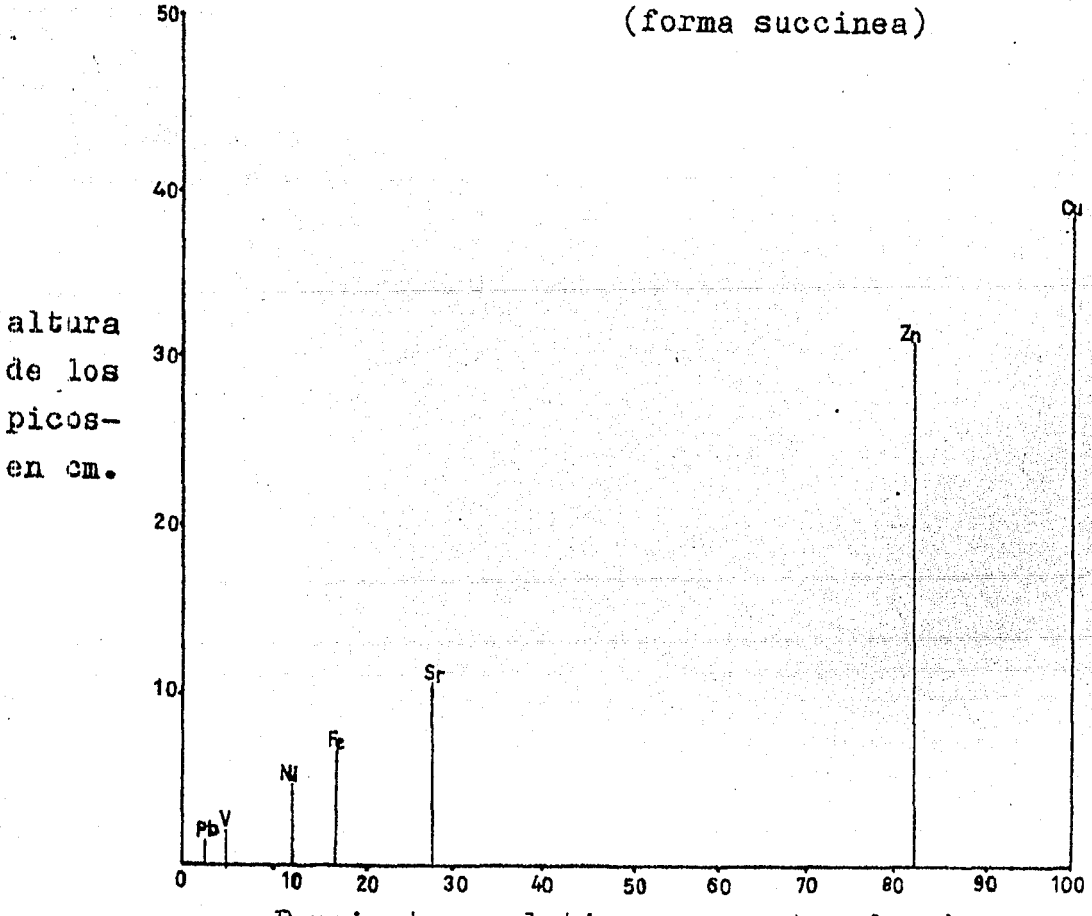
Grados 2θ

Fig. 2



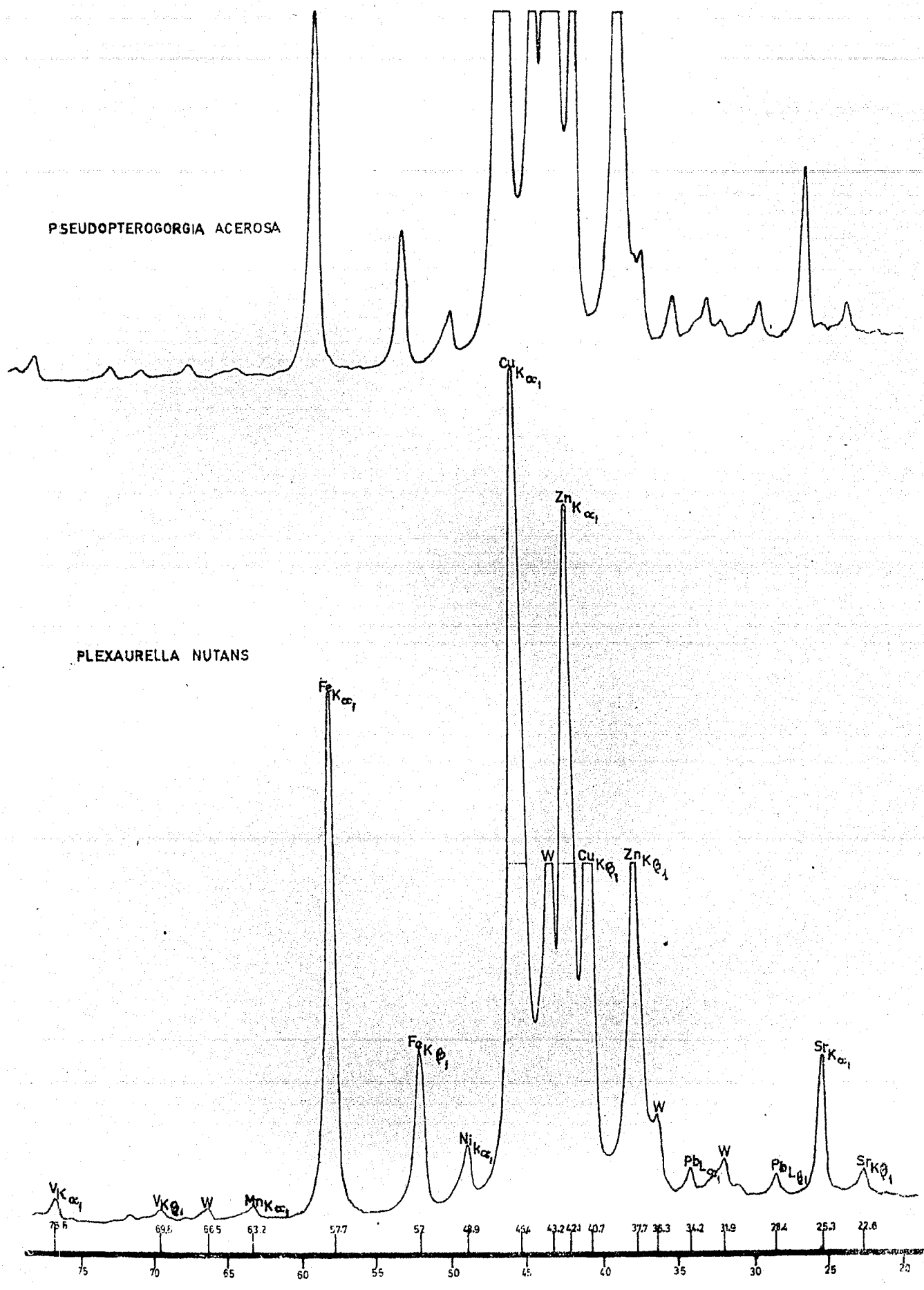
Porcientos relativos respecto al zinc.

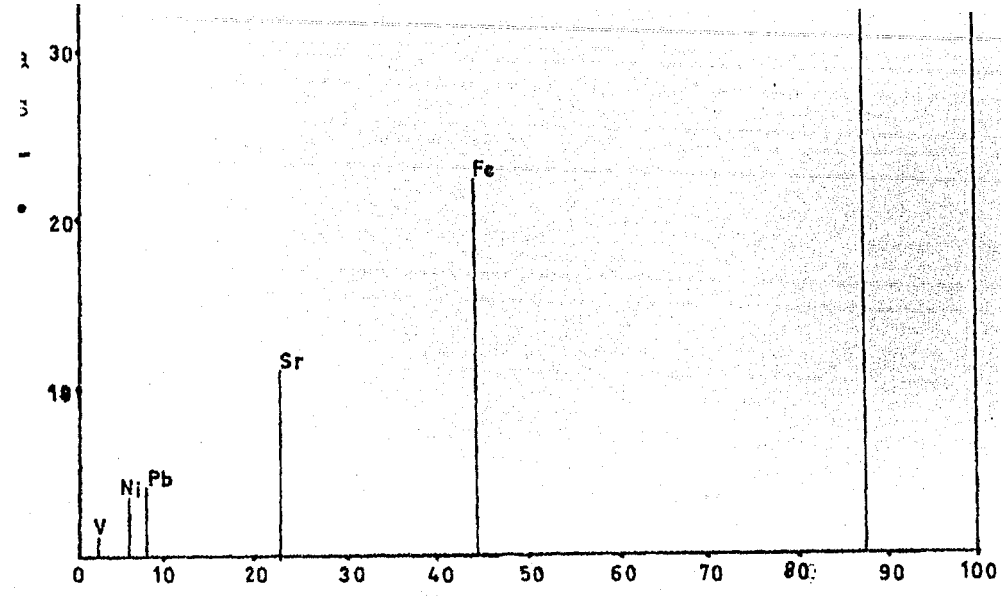
Eunicea (eunicea) succinea
(forma succinea)



Porcientos relativos respecto al cobre.

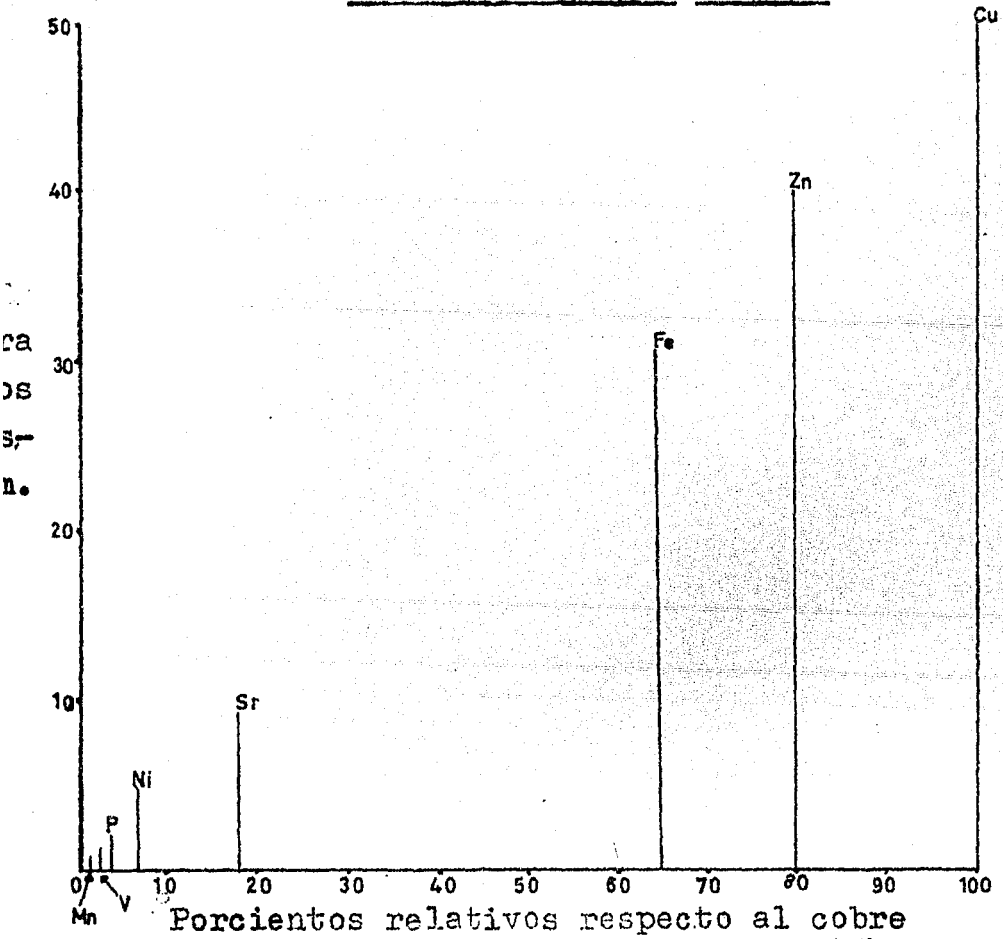
Pseudoplexaura porosa


PSEUDOPTEROGORGIA ACEROSA
PLEXAURELLA NUTANS
Cu Kα1
Zn Kα1
Fe Kα1
W
Cu Kβ1
Zn Kβ1
Fe Kβ1
Ni Kα1
W
Pb Lα1
W
Pb Lβ1
Sr Kα1
Sr Kβ1
V Kα1
V Kβ1
W
Mn Kα1
76.6
69.8
66.5
63.2
57.7
52
48.9
45.4
43.2
42.1
40.7
37.7
36.3
34.2
31.9
28.4
25.3
22.8
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
Grados 2θ



Porcientos relativos respecto al zinc.

Pseudopterogorgia acérosa



Porcientos relativos respecto al cobre

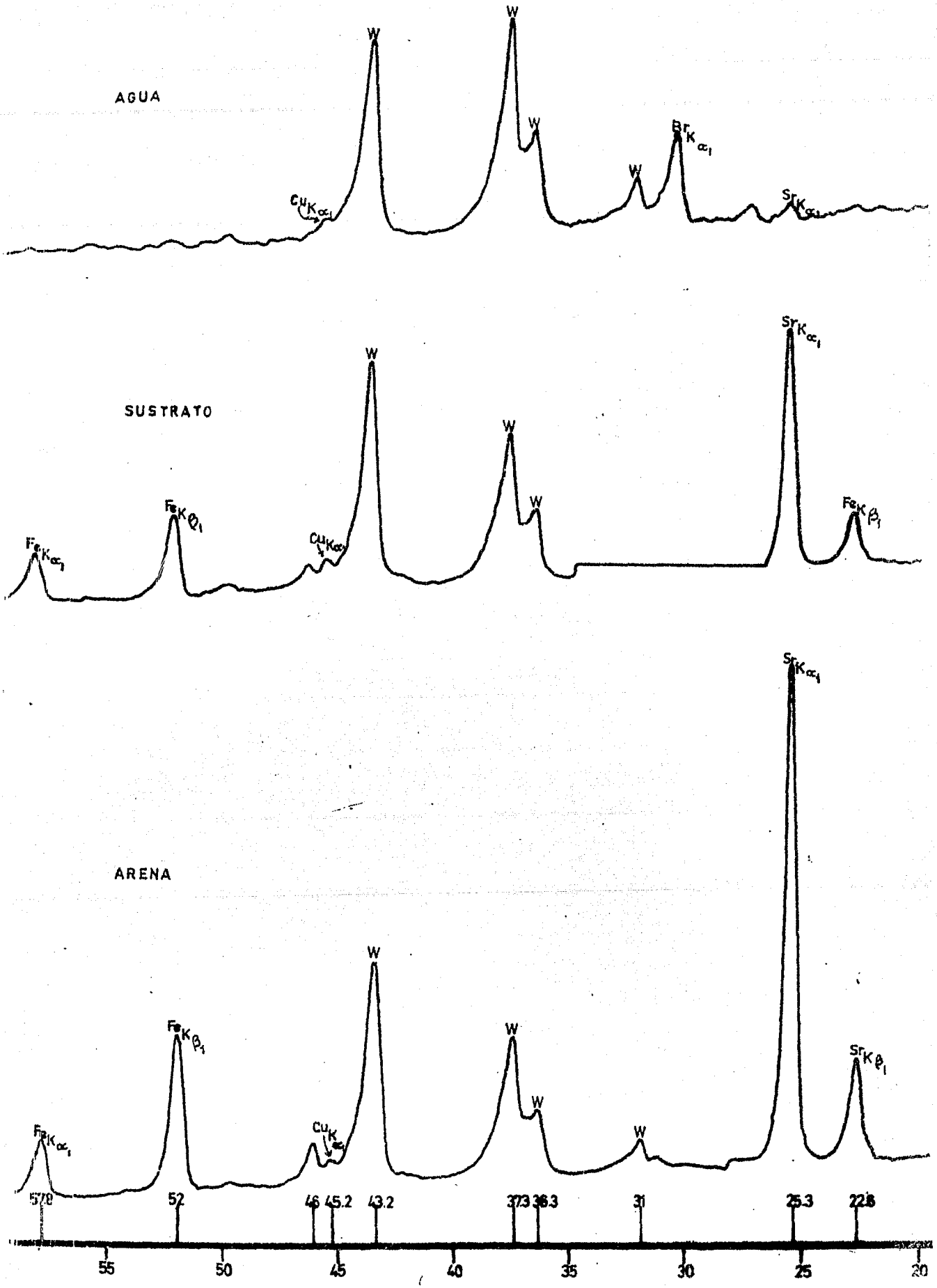
Plexaurella nutans.

Por otra parte, también se sometió el material del medio en que viven los organismos al mismo análisis, con respecto al contenido en elementos inorgánicos menores. Este material fue el siguiente:

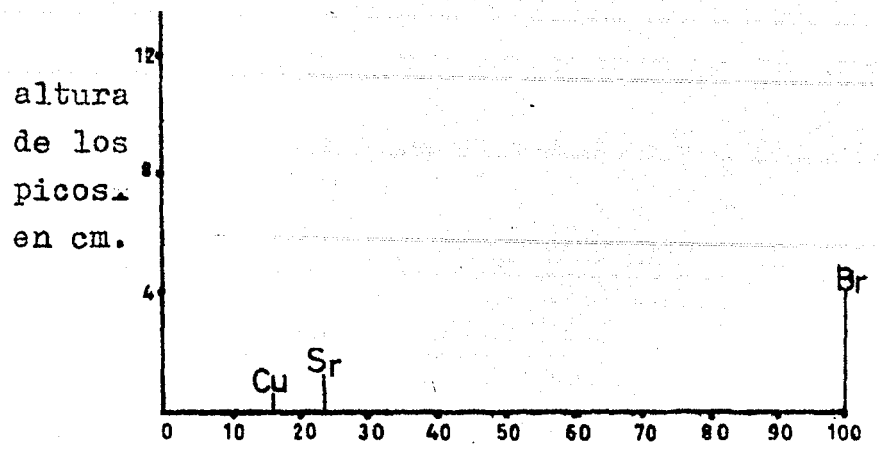
Cuarenta litros de agua tomada a una profundidad de ocho metros, aproximadamente misma a la que se encuetran los organismos coloniales que se estudiaron. A esa misma profundidad se tomó una muestra de arena y, además, una del material sólido sobre el cual están adheridos directamente los corales.

En el laboratorio, el agua se evaporó a sequedad obteniéndose un residuo salino de 1.400 Kg. La arena, las sales y el sustrato, se molieron y homogeneizaron perfectamente por separado y cada una de estas muestras se analizó también en el espectrodifractómetro de rayos X, ajustándolo, naturalmente, a las mismas condiciones anteriormente señaladas.

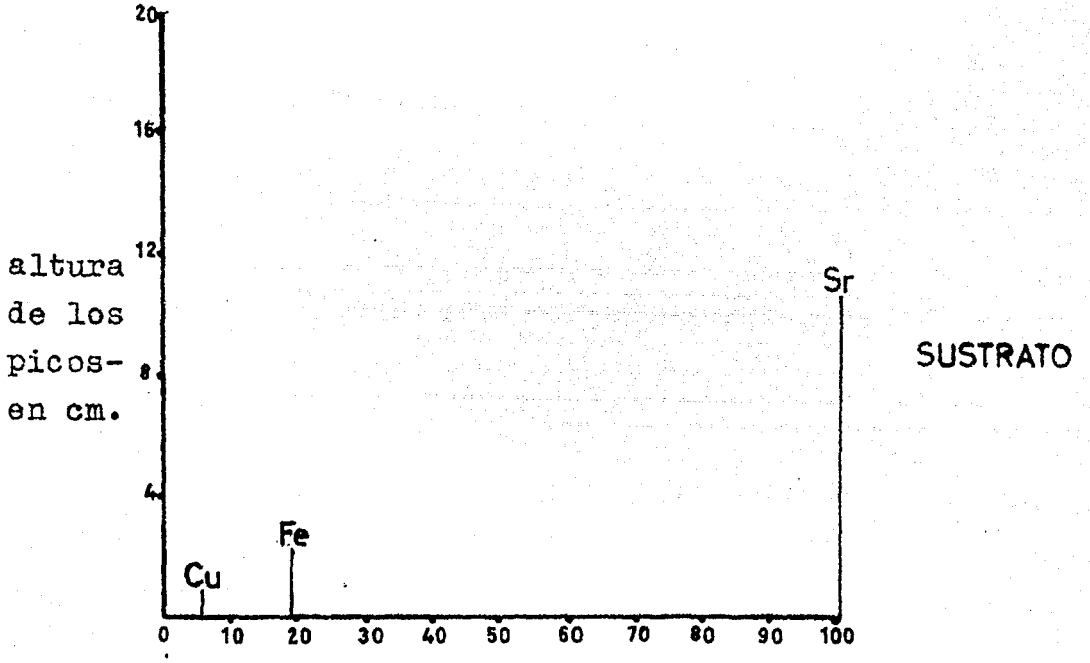
Los resultados de esta parte experimental se pueden ver en las figuras 4 y 4'.


AGUA
W
W
W
W
Br Kα1
Cu Kα1
Sr Kα1
SUSTRATO
Sr Kα1
W
W
W
Fe Kβ1
Fe Kα1
Cu Kα1
ARENA
Sr Kα1
W
Fe Kβ1
W
W
W
Sr Kβ1
Fe Kα1
Cu Kα1
57.8
52
46
45.2
43.2
37.3
36.3
31
25.3
22.8
55
50
45
40
35
30
25
20

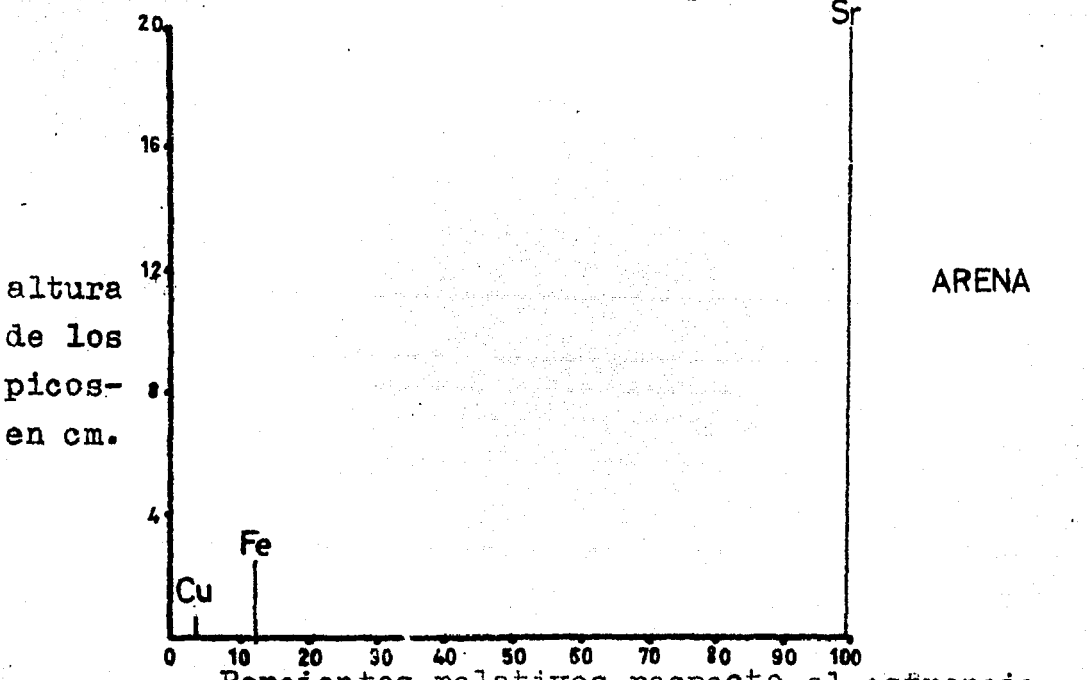
Grados 2θ



Porcientos relativos respecto al bromo



Porcientos relativos respecto al estroncio



Porcientos relativos respecto al estroncio

Fig.

DISCUSION

Aun cuando los resultados obtenidos son satisfactorios, no es posible hacer un balance total debido a la falta de una relación cuantitativa y al hecho de haber estudiado únicamente uno de los extractos orgánicos de cada especie. Para proponer resultados definitivos sería necesario realizar una serie de determinaciones sistemáticas en varios extractos diferentes, para cada caso.

A pesar de que el método seguido para la identificación de los elementos no haya sido cuantitativo, la intensidad de los picos registrados en cada gráfica guarda estrecha relación con la concentración de los elementos si se considera un mismo tipo de radiación para todos los casos.

Muy probablemente los elementos encontrados en los organismos estudiados están formando compuestos de coordinación organometálicos (quelatos) debido a sus propiedades electrónicas que facilitan la quelatación con sustancias orgánicas apropiadas, dando origen probablemente, en ciertos casos, a catalizadores enzimáticos, o bien metaloenzimas especiales que intervienen en procesos de óxido-reducción respiratoria.

La relación que hay entre el orden de Irving Williams y nuestros resultados, en donde el orden de estabilidad de los compuestos que forman la mayoría de esos cationes coincide con el orden de menor a mayor intensidad de los picos en cada una de las gráficas de las distintas especies, permite deducir que la relación obtenida de las gráficas de fluorescencia por rayos X es válida desde un punto de vista semicuantitativo.

Sin embargo, debe aclararse que el orden de estabilidad de Irving Williams es válido para el caso de un mismo tipo de agente quelatante. En nuestro caso tal vez estos organismos tengan diferentes compuestos orgánicos con propiedades quelatantes muy parecidas entre sí, o tal vez sea un solo agente quelatante el que interviene en la reacción, por lo que los datos obtenidos concuerdan con los resultados de otros sistemas.

CONCLUSIONES

1.- Se determinaron los elementos inorgánicos contenidos en:

a).- El extracto con dicloruro de etileno del cenénquima de las siguientes especies de celenterados:

Eunicea (euniceopsis) fusca (Duchassaing y Michelotti), 1860.

Muricea atlantica (Kürenthal), 1919

Pseudoplexaura porosa (Houttuyn), 1772

Eunicea (eunicea) succinea (Pallas), 1766
(forma succinea)

Plexaurella nutans (Duchassaing y Michelotti), 1860

Pseudopterogorgia acerosa (Pallas), 1776

b).- El agua de mar

c).- El sustrato y

d).- La arena, del medio directo de los organismos.

2.- a).- Los metales que se encontraron en los zooides de las especies estudiadas fueron: cobre, zinc, estroncio, fierro, níquel, plomo, vanadio y manganeso, en proporciones diferentes como puede verse en las gráficas correspondientes (1 a 3 y 1' a 3').

b).- En el agua se encontró: bromo, estroncio y cobre.

c).- En el sustrato, estroncio, cobre y fierro.

d).- En la arena, estroncio, fierro y cobre, en las proporciones que indican las gráficas 4 y 4'.

3.- El manganeso se encontró exclusivamente en Plexaurella nutans. Probablemente este elemento sea característico de la familia Plexauridae, pero no se encontró en las demás especies de esta familia, tal

vez debido a que el compuesto que lo contiene no es muy soluble en el disolvente utilizado. Sería necesario hacer extractos con diferentes disolventes para elucidar este punto.

4.- Muy probablemente los elementos encontrados en los organismos están formando compuestos de coordinación organometálicos.

5.- La estabilidad de los compuestos que forman estos cationes, obedece al orden de Irving Williams, correspondiendo al cobre y al zinc la mayor concentración.

B I B L I O G R A F I A

1.- Said Rushi., Organic Origen of some Calcareos Sediments from the Red Sea. Science 113: 517-18, (1951).

2.- Siegel R. Frederick, Effect of Strontium on the Aragonite, Calcite, ratios of Pleistocene Corals J. Sediment Petral, 30: 297-304 (1951).

3.- Higashi, Shinosuke, Estimation of the Microgram amount of Thorium in Plants, Shells and Corals. Bunseki Kagaka 7:441-4 (1958).

4.- H. J. M. Bowen, Strontium and Barium in Sea Water and Marine organisms. J. Marine Biol., Assoc. United Kingdom 35:451-60 (1956).

5.- Hyman Henrietta Libbie. The Invertebrates Protozoa through Ctenophora. Vol. 1:365-640 (1940).

6.- Bayer M. Frederick, The Shallow water Octocorallis of the West Indian Region, a manual marine biologists, 109-111; 134-140; 172-173; 184-186; 240-242 (1961).

7.- Tuck, B., and Osborn, Analyst, 85: 105-110 E. M. (1960).

8.- Cooper, L. H. N. J. Mar Biol Ass u.K., 27:322-325 (1948).

9.- Menzel, D. W. and Spaet U. P. Limnol. Oceanography 7:155-158 (1952).

10.- Rona, E. Hood, D. W., Musse, L. and Buglio B., Limnol. Oceanography., 7:201-212., (1958).

11.- Goldberg, E. D., and Arrhenius, G., Geochim et Cosmochim. Acta 13: 153-212., (1958).

12.- V. N. Sastry and Y. M. Bhatt., Zinc Content of Some Marine Invertebrates (Bivalves and Bernakles) from Bombay Shores. J. Indian Soc 42 : (2), 121-122 (1965).

13.- Barnes Harold., Oceanography and Marine Biology., an anual review. Vol. I 133-140 (1963).

14.- J. P. Riley, G. Skirrow., Chemical Oceanography Vol. I., 163, 171 ; 183-186 (1965).

15.- Chaberek Stanley and Martell E. Arthur Sequestering Agents 1-15; 101-171 (1959).

16.- Smith L. Robert The sequestration of metals 1-70 (1959).