"Contribución al Estudio de los Sifonoforos Encontrados Frente a la Costa de Valparaiso. Aspectos Ecológicos"

Mem. II Simp.Latinoam.Oceanogr.Biol.,Cumaná, Venezuela,24-28 Noviembre 1975, Vol.2:119-133 (1977)

# "CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LOS SIFONOFOROS ENCONTRADOS FRENTE A LA COSTA DE VALPARAISO. ASPECTOS ECOLOGICOS"

Sergio Palma G.

## CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL MAR UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

#### Introducción

Los estudios zooplanctónicos realizados en las costas chilenas han entregado una escasa información respecto a la identidad y distribución geográfica de algunos componentes mero y holoplanctónicos; además, la carencia de muestreos sistemáticos y periódicos han imposibilitado la realización de análisis ecológicos de algunas poblaciones específicas, que permitan conocer su dinámica funcional como también su comportamiento en el seno de la biocenosis.

La sifonoforofauna constituida por celenterados planctónicos de reconocida importancia como indicadores biológicos de las características oceanográficas del medio (CERVIGON, 1961), han sido estudiados en una etapa previa, fundamentalmente en sus aspectos cualitativos a fin de determinar la identidad y posición sistemática de las diferentes poblaciones constituyentes de la taxocenosis (PALMA, 1973).

La zona de estudio, situada al sur de la Bahía de Valparaíso, aunque reducida, presenta condiciones neríticas y oceánicas, diferenciación que unida a la existencia de fenómenos de surgencia costera frecuentes en primavera (SILVA, 1973), dan a esta región una complejidad ambiental que ofrece diversas perspectivas de investigación a través de especies plantónicas.

En el presente trabajo, se analiza la estructura de la comunidad de sifonóforos en base a diferentes parámetros comunitarios, a fin de conocer su distribución temporal y espacial, como también la influencia del medio ambiente donde se desarrollan.

#### Materiales y métodos

La zona de estudio está situada al sur de la Bahía de Valparaíso, en el área comprendida entre Punta Angeles (33° 01' tat. S.) y Punta Loros (33° 11' tat. S.). En ella se establecieron 9 estaciones de muestreo bioceanográfico distribuídas en tres secciones perpendiculares a la costa, realizándose muestreos zooplanctónicos en seis de ellas: Estaciones 2, 3, 4, 8 y 9 situadas sobre la plataforma continental, de características neríticas y en la Estación 5 localizada sobre el talud continental, caracterizada por un regimen oceánico (Fig. 1).

Las muestras fueron obtenidas con una red de zooplancton NV 70 con malla de 330 µ, mediante arrastre vertical desde 100 m de profundidad a superficie. Luego fueron fijadas con formalina al 5% neutralizada. El período de muestreo abarcó desde diciembre de 1969 a noviembre de 1970.

De las muestras conservadas, se separó y cuantificó la totalidad de las especies de sifonóforos presentes, con la sola excepción de las formas sexuadas de Muggiaea atlantica que cuando excedieron de 200 ejemplares, fueron contabilizados en base a seis alicuotas extraídas desde un volumen de 500 cc de agua, previamente homogeneizada. El criterio seguido para la cuantificación se basó en el recuento de todas las fases o formas presentes, considerando a cada, una de ellas como representativas de un organismo particular.

La taxocenosis se analizó a través de los siguientes parámetros comunitarios: constancia, dominancia numérica, densidad, afinidad y diversidad específica.

La constancia específica se calculó para cada especie de sifonóforo en base a la relación porcentual entre el número de muestras en que se encontró la especie y el número total de muestras, valorándose de acuerdo al siguiente esquema (BODENHEIMER, 1955).

0.0% a	25.0%	 especies	accidentales
25.0% a	50.0%	 especies	accesorias
50.0% a	100.0%	 especies	constantes

La Dominación Numérica se estableció para cada especie, como la relación porcentual entre el número de individuos de una especie y el número total de organismos colectados, valorándose según las siguientes categorías (BO-DENHEIMER, 1955)

0.0%	а	2.5%		especies	accidentales
2.5%	а	5.0%		especies	accesorias
5.0%	а	100.0%	,	especies	dominantes

La Densidad se expresó como número de individuos por m³ de agua. El volumen de agua filtrado por la red fue estimado teóricamente en 38 m³, no considerándose el ángulo de inclinación de la red durante el arrastre, la reduc-

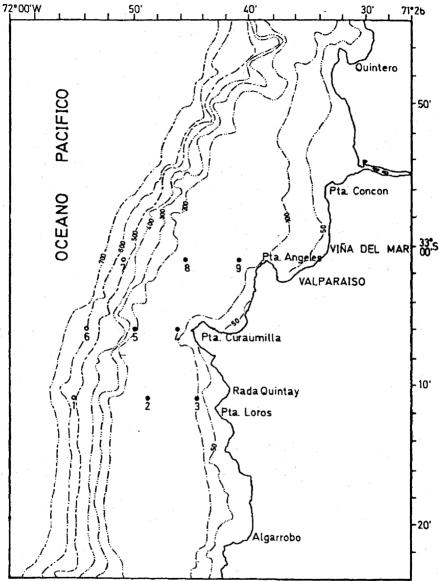


Figura 1.- Ubicación de las estaciones oceanográficas en el área de trabajo

- Estaciones oceanográficas y de muestreo biológico
- · Estaciones oceanográficas.

ción de la capacidad filtrante provocada por taponamiento de las mallas con fitoplancton y el reflujo del agua en su Interior. Por lo tanto, los datos numéricos obtenidos pueden ser utilizados únicamente como valores comparativos.

La Afinidad se determinó mediante el Indice de Jaccard:

$$J = \frac{\phantom{a+b-c}}{a+b-c}$$
 donde  $c=n^{\circ}$  de especies comunes entre a y b 
$$a=n^{\circ}$$
 de especies en a 
$$b=n^{\circ}$$
 de especies en b

Los valores así calculados fueron llevados a una matriz, en base a la cual se construyeron los Dendrogramas de Afinidad según la técnica de SOKAL y SNEATH (1963).

La Diversidad específica se estimó mediante el Indice de Shannon según la fórmula aplicada por LLOYD et al (1968).

$$H = \frac{C}{N} (N \log N - \Sigma n_i \log n_i)$$

donde  $N = n^{\circ}$  total de individuos  $n_i = n^{\circ}$  de individuos de cada especie

c = constante equivalente a 3,321928

En vista de la falta de información respecto a la profundidad exacta en que fue captura cada especie se han utilizado los valores de temperatura y salinidad obtenidos a 0,50 y 100 m de profundidad, por considerarse éstos como los más representativos, de las variaciones de la columna vertical de agua muestreada. Los valores promedios mensuales de temperatura y salinidad correspondientes a los niveles antes mencionados, se graficaron en forma de diagramas T-S sintetizados con el objeto de entregar una visión más resumida de las condiciones oceanográficas estacionales de la zona.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

## Condiciones Oceanográficas de la zona

Los estudios oceanográficos realizados para esta zona (SIEVERS y SILVA, 1973; SILVA, 1973) han permitido establecer la existencia de una relativa estabilidad térmica bajo los 50 m de profundidad y de un ciclo estacional de temperatura en la capa superficial, afectado en numerosas ocasiones por ascensos de agua de menor temperatura que a veces irrumpen en superficie (isotermas de 12° C y 13° C). Esta delgada capa de agua comprendida en los primeros 50 m de profundidad corresponde a la Masa de Agua de origen Subantártica propia de la Corriente de Humboldt, caracterizada para esta zona por los siguientes rangos de variación anual: temperatura entre 11° C y 18° C, salinidad entre 34.0% y 34.4% y contenido de oxígeno relativamente alto entre 3 y 6 ml/l. Además, esos mismos investigadores señalan que la isoterma de 11° C experimenta grandes fluctuaciones estacionales, alcanzando en

TABLA I
NUMERO DE SIFONOFOROS E INDICE DE CONSTANCIA DE LAS
ESTACIONES BIOCEANOGRAFICAS

	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 8	Est. 9
Agalma elegans	35 B	6 B	9 A	94 C	41 C	21 B
Cordagalma cordiformis	2 A	3 A	2 A		7 A	
Athorybia rosacea				_	1 A	
Amphicaryon acaule	2 A	~~~		2 A	1 A	
Rosacea cymbiformis	13 C	19 C	30 C	14 C	28 C	39 C
Rosacea plicata	4 B	13 B	18 B	16 C	11 C	11 C
Praya dubia				_	20 A	
Sulculeolaria quadrivalvis				1 A	15 A	
Sulculeolaria chuni				3 A	13 A	
Disphyes dispar			2 A	3 A	***	
Lensia conoidea				·	-	1 A
Lensia hotspur	1 A	3 A		2 A		
Lensia hardy	2 A	1 A			1 A	1 A
Muggiaea atlantica	3886 C	7232 C	8714 C	1235 C	7070 C	3606 C
Eudoxoides spiralis	2 A	<u> </u>				/
Sphaeronectes gracilis	201 C	77 C	200 C	151 C	187 C	92 C
Abylopsis tetragona	39 C	29 C	38 C	140 C	48 C	. 20 B
Bassia bassensis	25 A	14 A	14 A	13 C	8 B	5 A
Fase poligástrica no ident.	1 A	_	·	1 A	2 .A	
Fase eudoxia no identif.			3 A			_
Total	4213	7387	9030	1675	7453	3796
Porcentaje (%)	12,56	22,02	26,91	4,99	22,22	11,31
Número de especies	13	- 10	10	13	15	- 9
Diversidad (bits)	0,54	0,23	0,28	1,44	0,42	0,39
Densidad total (ind/m³)	13,86	24,30	23,76	4,41	19,61	11,10
Dens. M. atlantica/m³	12,78	23,79	22,93	3,25	18,61	10,54
Sp. Accidental (A)	7	4 \	5 .	6	8	3
Sp. Accesoria (B)	2	2	. 1	<del></del> ,	1	2
Sp. Constante (C)	4	4	4	7	6	4
€.						

verano una profundidad máxima de 240 m para ascender en invierno a 55 m de profundidad.

No obstante, la referida estabilidad térmica se ve alterada frecuentemente durante el año, por fenómenos de surgencias costeras pertenecientes a la Masa de Agua Ecuatorial Subsuperficial, caracterizada por temperaturas comprendidas entre 9° C y 11° C, salinidad entre 34.6‰ y 34.9‰ y escaso contenido de oxigeno (< 1 ml/l). Estas surgencias han sido detectadas fundamentalmente en la Estación 4, localizada frente a Punta Curaumilla, adquiriendo mayor frecuencia e intensidad durante la época de primavera en que aumenta la fuerza de los vientos del S.W., predominantes en la zona.

La visión sintetizada de los diagramas T-S anuales (Fig. 2), permite visualizar que las mayores variaciones estacionales ocurren en la capa superficial comprendida en los primeros 50 m de profundidad, a la vez que confirman la existencia de una estabilidad térmica bajo los 50 m, donde las curvas T-S experimentan un decrecimiento en sus fluctuaciones hacia profundidades mayores.

## Distribución Temporal

ALVARINO (1971) en su restudio sobre la distribución mundial de los sifonóforos, encontró como factor limitante de ella la temperatura existente en los primeros 200 m de profundidad. En base a esto y en consideración a que en esta zona las mayores variaciones estacionales de temperatura ocurren en los 50 m superiores (SILVA, 1973), se calculó la correlación entre los valores promedios de temperatura en los niveles de 0, 50 y 100 m de profundidad y las curvas de abundancia de sifonóforos a través del año, encontrándose el valor más alto para la temperatura superficial (r = 0,825, P < 1%), la cual fue estimada como limitante de la distribución de sifonóforos en la región.

Los 33.554 ejemplares de sifonóforos analizados, pertenecientes a 20 especies diferentes (TABLA I), correspondieron en su gran mayoría a Muggiaea atlantica que constituyó el 94,60% del total de organismos recolectados. Las curvas de abundancia anual tanto de los sifonóforos totales como de M. atlantica, experimentaron grandes fluctuaciones a través del año, ligadas estrechamente a las de temperatura (Fig. 3). Es preciso señalar el desfazamiento entre los mínimos de ambas curvas, que en el caso de la temperatura se debería al prolongado descenso térmico de la capa superficial por efecto de las surgencias que aumentan su intensidad y frecuencia en primavera, lo que provocaría un enriquecimiento de sustancias inorgánicas que favorecen la productividad primaria y secundaria del área, posibilitando el rápido incremento de la sifonoforofauna de la región, desde comienzos del mes de octubre en adelante.

La distribución porcentual de los promedios mensuales de abundancia para las diferentes especies de sifonóforos (Fig. 4), permite visualizar el comportamiento diferencial que ellas tienen, y en forma particular el de aquellas especies que de acuerdo a los Indices de Constancia y Dominancia Numérica

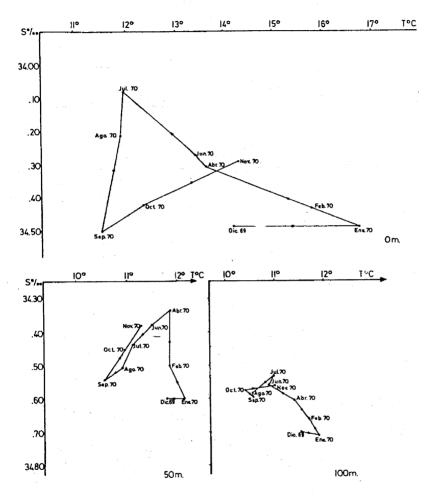


Figura 2 - Diagrama T-S anual sintetizado a 0, 50 y 100 m. de profundidad.

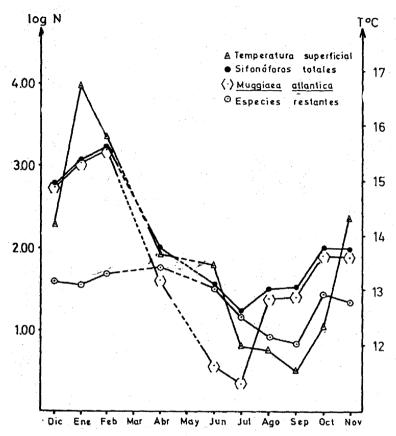


Fig. 3-Relación entre temperatura superficial y número de sifonóforos. Los valores graficados son promedios mensuales (log N=log del número de ejemplares).

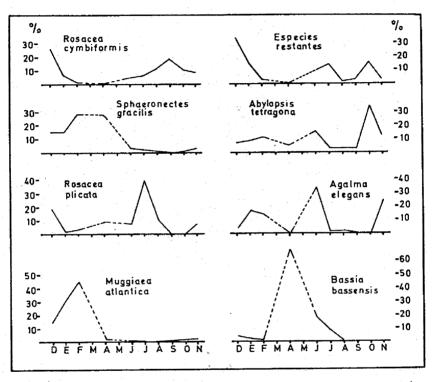


Fig. 4.- Distribución porcentual de las especies más abundantes de sifonóforos a través del año.

manifiestan su importancia en algún período del año. De acuerdo a dichos indices es posible definir los siguientes grupos de especies:

- a) Especie Constante-Dominante: Muggiaea atlantica
- b) Especie Constante-Accesoria: Sphaeronectes gracilis
- c) Especie Constante-Accidental: Rosacea cymbiformis y Abylopsis tetragona
- d) Especies Accesoria-Accidental: Agalma elegans, Rosacea plicata y Bassia bassensis
- e) Especies Accidental-Accidental: Las restantes especies capturadas.

A fin de facilitar la interpretación de los resultados obtenidos, se empleará la siguiente denominación: especies comunes a las del grupo a, especies intermedias a las de los grupos b, c y d, y especies raras a las del grupo e. Según esto, se puede apreciar que M. atlantica es común y a la vez es la especie dominante que caracteriza la taxocenosis zooplanctónica, fundamentalmente en el período de verano en el cual se presenta formando grandes "cardúmenes" que, en enero y febrero, sobrepasan los 1.000 ejemplares por colecta, siendo la mayor parte de ellos fases eudoxías. Estas altas concentraciones de M. atlantica son precisamente las que afectan la diversidad específica estival, enmascarando la presencia e importancia de las especies intermedias y raras (TABLA II).

TABLA II
VALORES DE DIVERSIDAD ESPECIFICA MENSUAL

Diciembre	0.52 bits	Julio	2.94 bits
Enero	0.25 bits	Agosto	1.42 bits
Febrero	0.23 bits	Septiembre	0.97 bits
Abril	1.73 bits	Octubre	1.15 bits
Junio	2.62 bits	Noviembre	1.23 bits

Posteriormente, a partir del período otoñal en que la abundancia de la especie dominante cae bruscamente, se produce un cambio en la estructura de la comunidad que se refleja en la aparición de máximos de abundancia de algunas especies intermedias como: S. gracilis, A. tetragona, A. elegans, R. plicata, R. cymbiformis y B. bassensis. También adquieren mayor importancia las especies raras como: C. cordiformis, D. dispar y S. chuni. Estos cambios en la composición faunística se traducen, en el período de otoño-invierno, en un aumento de la diversidad específica de la comunidad. Sin embargo, ésta cae nuevamente en septiembre debido a la reaparición de M. atlantica, para aumentar progresivamente desde mediados de primavera, indicando con ello el comienzo de una nueva etapa de proliferación, debida a la reincorporación de S. gracilis, A. tetragona, A. elegans, R. aplicata y R. cymbiformis, conjuntamente con la ya recuperada población de M. atlantica. Con esto, las grandes fluctuaciones del índice de diversidad, como también los bajos valores observados en primavera y verano, permiten caracterizar la taxocenosis como in-

madura y de gran inestabilidad, provocada fundamentalmente por la dominancia de M. atlantica cuyas apariciones en estrecha relación con las variaciones térmicas anuales, afectan la estructura comunitaria de la sifonoforofauna de la región a través del año. Estas alzas de diversidad en el período de otoño-invierno y las subsiguientes bajas en primavera-verano, pueden interpretarse como ciclos sucesionales anuales que se traducen en cambios estructurales temporales de la taxocenosis (TABLA III).

Además, es preciso señalar que si bien las fluctuaciones estacionales de temperatura influyen directamente sobre las variaciones de M. atlantica y de los sifonóforos en general, es la alta abundancia de sifonóforos la que incide substancialmente sobre la diversidad específica anual (r=0.707, P<1%); lo cual indica una dependencia de tipo indirecto de la diversidad con respecto a la temperatura, ya que la correlación entre estas últimas es relativamente menor (r=0.585, P<1%).

## Distribución Espacial

El análisis de la comunidad de sifonóforos, basado en los índices de Constancia y Diversidad Específica, permite caracterizar en forma global la composición faunística de cada una de las localidades geográficas muestreadas. En la TABLA I, se puede visualizar que M. atlantica, S. gracilis y R. cymbiformis son constantes en todas las estaciones de muestreo; a la vez que M. atlantica muestra en su distribución una clara tendencia nerítica, manifestada en la alta abundancia y densidad (única especie cuya densidad fue superior a 1 individuo/m³), con que se presentó en las estaciones más cercanas a la costa, en oposición a los bajos valores observados para la estación oceánica. Esta misma tendencia y abundancia ha sido señalada para las costas norte y occidental de Africa (CERVIGON, 1961).

En la estación con características de régimen oceánico se encontró la menor cantidad de sifonóforos (4,99%) y también de M. atlantica, lo cual se tradujo en un considerable número de especies constantes y accidentales, cuya presencia no se vio tan enmascarada por la especie dominante, todo lo cual se reflejó en que esta localidad geográfica alcanzó el mayor índice de diversidad específica (1,44 bits).

También, es preciso considerar la Estación 8, situada al norte de la Estación 5 y a la misma distancia de la costa, la cual a pesr de presentar una abundancia extrema de M. atlantica no presentó un índice de diversidad tan bajo, con respecto al resto de las estaciones debido a que en esta estación se colectó el mayor número de especies diferentes como también de especies accidentales.

El análisis de los dendrogramas de afinidad entre los colectivos de las diferentes estaciones bioceanográficas (Fig. 5), demuestra una afinidad relativamente alta (mayor del 50%) entre los sifonóforos de las distintas localidades, con una mayor afinidad faunística entre las Est. 2, 3, 4 y 9; sin

TABLA III PRESENCIA (+) DE SIFONOFOROS A TRAVES DEL AÑO

	DIC	ENE	FEB	ABR	ÍÙN	JUL	AGO	SEP	ост	NOV
A. elegans	+	+	+		+	+	+			+
C. cordiformis		+				+	· —		+	:#*
A. rosacea	+			·	<del></del>		_			*******
A. acaule	+	+	+		+	. —	-			
R. cymbiformis	+	+	+ .		+	+	+	+	+	+
R. plicata	+	+	+	4	+	+	, <del>1</del>			+
P. dubia	+		٠ ,					_		
S. quadrivalvis	+		reservice.				-			
S. chuni	+	+		·		+				-
D. dispar		_			+					
L. conoidea						-	+			
L. hotspur	· —	+			_			.—	_	
L. hardy		+						+	+	+
M. atlantica	+	+	+	+ 1	+	+	+	+	+	+
E. spiralis		٠	~						+	_
S. gracilis	+	+	+	+	+	+	+		+	7
A. tetragona	+	+	+	. +	· +	+	+	+	+	+
B. bassensis	+	+	+	.+,	+.	+.				
F. poligástrica		+	+							
F. eudoxla	+	+						<del></del>	-	

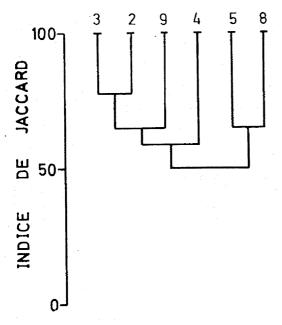


Fig. 5.- Dendrograma de Afinidad entre las diferentes estaciones bioceanográficas.

embargo, se presenta un quiebre en la estructura de la comunidad de sifonóforos de estas estaciones con respecto a la de las Est. 5 y 8.

Esta fractura en la organización de la taxocenosis, se manifiesta en el mayor número de especies comunes entre las Est. 5 y 8, y a que especies como: A. elegans, A. tetragona, S. quadrivalvis, S. chuni y A. acaule no se presentaron con la misma constancia y/o abundancia en las estaciones restantes. Esta similitud que explicaría la ruptura del dendrograma se debería al transporte de algunas poblaciones de sifonóforos desde la Est. 5 a la Est. 8, en parte por corrientes paralelas a la costa y en parte por corrientes ascendentes más frías hacia la Est. 4, posición geográfica detectada como centro local de surgencia (SILVA, 1973), y que desde allí se desplazan en dirección noroeste. Esto también se ve corroborado en la Fig. 5, donde la Est. 4 presenta la menor afinidad con respecto a la comunidad formada por las Est. 2, 3, 4 y 9, lo cual indudablemente estaría indicando la existencia de condiciones ambientales específicas, determinadas por fenómenos de surgencia que afectarían la composición faunística de la taxocenosis.

De todo lo anteriormente expuesto, se deduce la imperiosa necesidad de realizar un muestreo estratificado que permita estudiar la distribución vertical de estos organismos y los rangos de variación térmica que soportan algunas especies en particular.

#### Agradecimientos

El autor agradece en forma muy especial al Sr. Patricio Domínguez T, por sus valiosas sugerencias y críticas al presente trabajo, como también a los Sres. Patricio Arana E. y Eduardo de la Hoz U. por la revisión crítica del manuscrito.

#### Resumen

Se efectuó un análisis ecológico de los sifonóforos recolectados frente a Valparaíso, Chile, entre diciembre de 1969 y noviembre de 1970. La especie más abundante fue Muggiaea atlantica que constituyó el 94,60% del total capturado, seguida en porcentaje por Sphaeronectes gracilis, Rosacea cymbiformis y Abylopsis tetragona.

Se encontró una relación directa entre las variaciones estacionales de temperatura y la cantidad de sifonóforos totales. La mayor abundancia relativa se presentó en verano de 1970, con un gran predominio de M. atlantica.

La diversidad específica permitió establecer diferencias estacionales, alcanzando sus máximos valores en el período otoño-invierno, coincidentes con la menor abundancia de M. atlantica en esa época. El análisis de afinidad demostró la existencia de dos comunidades diferentes en la región estudiada.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALVARINO, A. (1971). "Siphonophores of the Pacific with a review of world distribution". Bull Scripps Inst. Ocean., 16: 1-364.
- BODENHEIMER, F. (1955). "Précis d'écologie animale". Payot, Paris.
- CERVIGON, F. (1961). "Descripción y consideraciones sobre los alfonóforos de las costas occidentales de Africa, recogidas en las campañas del "Costa Canaria", Invest. pesq. 18: 9-31.
- LLOYD, M., J. ZAR y J. KARR. (1968), "On the calculation of Information Theoretical Measures of Diversity". Amer. Middl. Nat., 79 (2): 257-272.
- PALMA, S. (1973). "Contribución al estudio de los Sifonóforos encontrados frente a la costa de Valparaíso. I Taxonomía". Inv. Mar., 4 (2): 17-88.
- SIEVERS, H. y N. SILVA. (1973. "Variaciones estacionales de temperatura, salinidad y oxígeno frente a la Bahía de Valparaíso. (Mayo de 1968 Abril de 1969)". Inv. Mar. 4 (1): 1-16.
- SILVA, N. (1973). "Variaciones estacionales de temperatura, salinidad y contenido de oxígeno en la zona costera de Valparaíso (Septiembre de 1969 - Agosto de 1970)". Inv. Mar., 4 (3) 89-112.
- SOKAL, R. y SNEATH, P. (1963). "Principles of Numerical Taxonomy". W. H. Freemand and Comp., London, 359 ps.