

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín

Vol. V, No. 4

**SOME FEATURES OF THE AUTOECOLOGY AND DISTRIBUTIONS
OF CHAETOGNATHA IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC**

**ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LA AUTOECOLOGIA Y
DISTRIBUCION DE LOS CHAETOGNATOS EN EL
OCEANO PACIFICO ORIENTAL TROPICAL**

by—por
PAUL N. SUND

La Jolla, California

1961

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
METHODS AND MATERIALS.....	307
DISCUSSION.....	308
The occurrence of species plotted against temperature, salinity and oxygen	308
The occurrence of species plotted on temperature-salinity and temperature-oxygen diagrams	308
Vertical distributions of hydrographic features and Chaetognatha.....	309
Species distribution relative to hydrographic features.....	310
Species of type A.....	310
Species of type B.....	311
Species of type C.....	312
SUMMARY.....	313

FIGURES — FIGURAS.....	315

TABLES — TABLAS.....	330

SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

	Página
MÉTODOS Y MATERIALES.....	332
DISCUSION.....	333
Presencia de las especies graficada contra la temperatura, la salinidad y el oxígeno.....	333
Presencia de las especies graficada contra los diagramas de temperatura-salinidad y temperatura-oxígeno.....	333
Distribución vertical de las características hidrográficas y de los quetognatos.....	335
Distribución de las especies en relación con las características hidrográficas.....	335
Especies del tipo A.....	335
Especies del tipo B.....	337
Especies del tipo C.....	338
RESUMEN.....	338

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA.....	340

SOME FEATURES OF THE AUTECOLOGY AND DISTRIBUTIONS OF CHAETOGNATHA IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC

by

Paul N. Sund

The Inter-American Tropical Tuna Commission, in cooperation with the Tuna Oceanography Research program of the Scripps Institution of Oceanography, is studying in the Eastern Tropical Pacific Ocean methods of identifying waters of different characteristics that may influence the distribution and behavior of the tropical tunas. One method of attacking the problem has been to attempt to use zooplankton species as biological indicators of water masses. It has been demonstrated that certain zooplankters have ecological affinities that make them useful for identifying and tracing the movements of water masses. In the Eastern Pacific Ocean, Bieri (1957), Lea (1955), Le Brasseur (1959), Sund (1959), and Sund and Renner (1959) have presented evidence that certain species of Chaetognatha possibly can serve as indicators.

The present work reports on a study of the distributions of species of Chaetognatha, obtained from various depths by means of horizontal closing-net hauls, in relation to concurrent measurements of temperature, salinity, and dissolved oxygen. Analyses of these data have provided a basis for determining which species are of potential use as biological indicators within the area of the Eastern Pacific considered in this study.

METHODS AND MATERIALS

A series of 102 closing-net hauls using the enlarged Clarke-Bumpus plankton sampler (Paquette, Scott and Sund, 1961) were taken at twenty-six stations on the Scripps Tuna Oceanography Research Cruise TO59-1, January 15 to February 14, 1959. During the Coast Rica Dome Cruise of the Inter-American Tropical Tuna Commission, November 6 to December 14, 1959, thirty-nine samples were similarly collected from nine stations in the immediate vicinity of the thermal dome (Cromwell, 1958) off Costa Rica, and three samples were taken at a single station near Cocos Island. The station locations are illustrated in Figure 1 and the positions are listed in Table 1.

Hydrographic data collected during these expeditions were processed and provided by the Oceanographic Section of the Commission, the Data Collection and Processing Groups of the Division of Marine Resources, and the Tuna Oceanography Research program of the Scripps Institution.

The Chaetognatha were removed from the samples, identified to species, and the numbers of each species were expressed as the number

of individuals present in 1000 cubic meters of water filtered by the net. These data and the hydrographic data were graphed in a number of ways to determine the relationships among the physical variables and the distributions of the species. Only representative illustrations are presented here because the cost of reproducing all of the figures prepared during the analyses of the data would be prohibitive. Complete series are on file at the Commission and in the possession of the author, and can be made available, upon request, to interested research scientists.

DISCUSSION

The occurrence of species plotted against temperature, salinity and oxygen

Tabulation of the ranges of hydrographic variables over which species were found to occur (Table 2) is of limited use, since it may give the impression that the species are distributed evenly over the observed ranges. In reality species often occur in higher numbers and with greater frequency within a limited range of a given variable. This is illustrated, for example, in Figure 2 in which the numbers per 1000 m³ of *Sagitta pacifica* in each net haul are plotted against the variables T, S, and O₂.

The occurrence of species plotted on temperature-salinity and temperature-oxygen diagrams

In the area traversed by Cruise TO59-1, the presence of two distinct water masses is evident from the T-S and T-O₂ diagrams (Figures 3 and 4). The water north of Station 8, just off the Gulf of California, will be referred to in this study as Lower California Water, and that south of Station 8, Tropical Water. The water in the vicinity of Station 8 appears to be tropical in nature with respect to oxygen (Figure 4), but the salinity is higher than either the Tropical Water or Lower California Water. This may be due to the influence of high salinity water moving out of the Gulf and mixing at the boundary between the waters to the north and south.

The T-S diagrams for stations of the Costa Rica Dome Cruise (Figure 5) indicate that surface waters near the thermal dome and around Cocos Island differ only in that the latter are less saline. The waters below the mixed layer appear to have the same characteristics in both areas. T-O₂ curves (Figure 6) reveal no differences between the waters of the two areas. The T-S and T-O₂ curves for stations of this expedition are within the limits established for the Tropical Water.

To determine their potential value as indicators of water masses, the occurrence and relative abundance of the various chaetognath species were plotted on T-S and T-O₂ diagrams (Figures 7-10). In these figures "envelopes" are included which indicate the extremes of the T-S and T-O₂ curves for the two water masses encountered by Cruise TO59-1. To conserve space, diagrams of the Costa Rica Dome Cruise data are not included.

These latter data agree generally, however, with those of the former expedition; any differences will be noted in the text below.

It was noted from these diagrams that a given species may be assigned to categories according to their potential value as indicators. The first type (A) are those species that are found only in Lower California Water or in Tropical Water, although they may tolerate the T, S, and O₂ ranges characteristic of both water masses. The factors limiting their distribution probably are other than those measured. These species (for example *Sagitta pulchra*, Figure 7) are potentially useful in tracing the spatial limits and movements of a body of water.

A second group of species (type B) are those the distributions of which are apparently limited to certain strata of the water column by features that are measurable, but are not necessarily confined to a single mass of water. Certain species, for example *S. decipiens*, are limited to deep water, being associated with low temperature and oxygen and high salinity; while others, such as *S. bipunctata*, inhabit only surface waters, being associated with higher temperature and oxygen and lower salinity (Figures 8 and 9). Species of type B may be used to trace vertical rather than horizontal water movement, or to identify the relative depth from which a sample was taken.

The third group of species is those that have such wide distributions and tolerances of environmental variables that they cannot be considered useful as indicator species. These are the cosmopolitan species (for example *S. enflata*, Figure 10), and will be referred to as type C.

In the following discussions these three types will be used to categorize the twenty-odd species encountered in this study. The assignments of each species to one or more of these types are summarized in Table 1. In regions other than those considered here, each or any of the species might, of course, be found to be referable to the same or another type.

Vertical distributions of hydrographic features and Chaetognatha

The observations of temperature, salinity and oxygen for three sections for Cruise TO59-1 are illustrated as vertical sections in Figures 11, 12, and 13. The vertical distribution and abundance of species of Chaetognatha were superimposed on the hydrographic profiles to illustrate graphically the relationships between the distributions of the species and the distributions of the variables. In Figures 11, 12, and 13 the dots indicate the occurrence and depth of the tows. Other symbols show the distribution and relative abundance of the species at the time of the expedition.

Figures 14 and 15 are representative of a series of illustrations showing the distribution and abundance of species at stations where both

hydrographic data were collected and a series of stratified hauls was made.

Species distribution relative to hydrographic features¹

Species of type A

Sagitta bedoti is a species widely distributed throughout the Tropical Water. It was found also in Lower California Water at Station 51, and at Station 8. Since the samples containing this species taken at Stations 51 and 8 are the only instances of *S. bedoti* being recorded north of the water mass boundary south of the tip of the Baja California peninsula, explanations are required of the mechanism by which the species was introduced there and of how it is maintained. First, the hypothesis that, at some time before the cruise, Tropical Water penetrated to the north, and therefore that the presence of this species north of its usual range (Bieri, 1959; Sund and Renner, 1959) may be due to a small number being isolated as the warmer waters withdrew to their normal position, is supported by the temperature distribution charts published monthly by the Honolulu Biological Laboratory of the Bureau of Commercial Fisheries. Secondly, the salinity, temperature and oxygen values of the waters sampled at those stations are well within the limits of tolerance of the species. Therefore, a supposition that *S. bedoti* is an indicator of Tropical Water would not be invalidated.

Sagitta ferox was present only at Cruise TO59-1 Station 46 in the surface layer tow and at Station 42 in two tows at depths of about 20 and 40 meters, respectively. From the temperature-salinity—*S. ferox* and temperature-oxygen—*S. ferox* diagrams, it is evident that it is a surface inhabitant of Tropical Water, as has been surmised by Bieri, and Sund and Renner (*loc. cit.*). Unfortunately, it has been recorded only sporadically and therefore its use as an indicator species is limited because of its low frequency of occurrence. But at the locations where *S. ferox* is found, one could be reasonably certain that the water is Tropical in nature.

Sagitta neglecta was found only in samples from Tropical Water. It was most abundant in the upper layers, diminishing in number with increasing depth. The northern limit of the species distribution coincides closely with the boundary separating the two water types.

Sagitta pulchra, like *S. bedoti*, occurs over a wide range of the measured variables. It is limited, nonetheless, to Tropical Water and is thus useful in identification of it. In the material studied, *S. pulchra* does not extend as far to the north and south as does *S. bedoti*. On the basis of the distributions published by Bieri and by Sund and Renner, the northern limit

¹ *Sagitta bipunctata* and *S. californica*, and *S. ai* and *S. robusta* are considered together because of the possibility that the two pairs are synonymous. That they are listed in this manner is not meant to be an implication that they are synonymous.

indicated by the samples is very likely real. The southern extent of the species distribution was not reached by the cruises considered here. *S. pulchra* usually extends south to the Peru Current in the Eastern Pacific (Bieri 1957, 1959).

Sagitta regularis is restricted to the surface levels of the Tropical Water, penetrating only to a depth of approximately 50 meters (with one exception, which can probably be attributed to malfunction of the net). It could therefore play a dual role as an indicator, serving both as types A and B.

Sagitta robusta and *S. ai* are similar in distribution to *S. regularis* since they are surface forms of the Tropical Water. Both² species have relatively wide tolerance, but are limited to the Tropical Water, and therefore are in type A.

Krobnitta pacifica was found only in Tropical Water. The wide environmental tolerance of this species, along with *S. enflata*, *S. pacifica*, *S. planktonis*, *S. macrocephala*, and *E. fowleri*, is exceptional in that these species were recorded from depths at which there was no measurable oxygen. It is not known how an animal as active as a chaetognath can exist under these conditions. Concerning its value as an indicator species, *K. pacifica* is referable to type A because of its apparent restriction to Tropical Water.

Pterosagitta draco was commonly present at stations within Tropical Water. It occurred once in the tow in the mixed layer at Station 6, which is the southernmost hydrographic station in the Lower California Water. Its presence there may indicate that either its distribution is not affected by the changes in features at the boundary; or that it is limited to tropical waters and the presence of the species at that one location is another instance of isolation behind the withdrawal of a previous northward displacement of the boundary as was hypothesized in the discussion of *S. bedoti*. The distribution of *P. draco* as previously published lends support to the latter interpretation.

Species of type B

Sagitta bipunctata and *S. californica* were present in samples from stations in both water types, but only in the warmer, near-surface portions of the water column. The species are therefore useful in interpreting the extent of waters of surface characteristics.

Sagitta decipiens was present in hauls taken in both Lower California Water and Tropical Water but it was rarely present shoaler than 100 meters. The waters inhabited by this species are low in temperature and oxygen and high in salinity. These facts indicate that *S. decipiens* is a deep living form of wide geographic distribution. This species, therefore, may be used

² See footnote 1.

in this region to identify deep water and possibly the degree of vertical movement of deep water (e.g. at sites of upwelling or thermal ridging).

Sagitta hexaptera is cosmopolitan in horizontal distribution and might well be termed a member of type C, if it were not for the fact that this species is usually most abundant at intermediate depths. It rarely reaches the surface, and diminishes in abundance with increased depth after reaching a maximum at some intermediate level of the water column. It may, therefore, be used as an aid in identifying waters of intermediate character and depth.

Sagitta minima was present in both Tropical and Lower California Waters, although it occurred more frequently and in greater numbers in the former. This species occurs over the mid-portions of the observed ranges of depth, temperature, salinity and oxygen and can therefore serve, like *S. hexaptera*, to aid in the identification of waters of characteristics intermediate between those of the surface and greater depths.

Krohnitta subtilis was present in samples from both water masses. It was usually most abundant below the thermocline, but at times penetrated into shallower depths. At stations of Cruise TO59-1 it never was present in surface samples, but at a few stations of the Costa Rica Dome Cruise it did reach the surface. The latter may be interpreted as evidence in support of the hypothesis that the species can be used to follow the vertical penetration of waters of deeper origin into the surface layers.

Eukrohnia fowleri, *E. hamata*, *S. macrocephala*, *S. maxima*, and *S. planctonis* were represented by only a few specimens present in relatively deep tows (greater than 200 meters). These few data alone do not allow conclusive statements to be made concerning the value of these species as indicators. However, these observations together with statements in the literature that these species are deep living forms in the lower temperate latitudes and the tropics, suggest that they may be used to identify waters of deep origin in these regions.

Species of type C

Sagitta enflata occurred in almost all samples, and was found over almost the entire observed ranges of temperature, salinity, and oxygen. Its distribution was cosmopolitan in the regions studied.

The distribution of *Sagitta pacifica* extends across the boundary between the Tropical and Lower California Water types. It is more common in the former than in the latter. The species is found from the surface to great depth (over 1000 meters), and over almost the entire measured ranges of variables. In the region encompassed by this study, *S. pacifica* cannot be considered an indicator species.

Sagitta pseudoserratodentata was found only at Stations 8, 10, 12, 42, 46

and 51. This distribution is in general agreement with that recorded in the literature, although it extends somewhat further to the south than suggested by Bieri (1959). Since the area in which it was found was of large horizontal extent and had large ranges of each measured oceanographic variable, *S. pseudoserratodentata* is of no use as an indicator species.

Sagitta bierii (n. sp. Alvariño, 1961) was present in samples from both water masses, and tolerates wide ranges of temperature, salinity, and oxygen. At least in the region of this survey, the species is a cosmopolite.

SUMMARY

Through the analysis of data obtained from zooplankton samples collected by means of enlarged Clarke-Bumpus plankton samplers during Scripps Tuna Oceanography Research program's Cruise TO59-1 and the Costa Rica Dome Cruise of the Inter-American Tropical Tuna Commission, it has been possible to demonstrate certain relationships between the distributions of certain chaetognath species and hydrographic features. The individual species may be categorized according to their potential use as "indicator" species.

Species referred to as type A are those that inhabit only one water mass, even though within it they may tolerate sufficiently wide variations in measured water properties that one might expect that the species could be found in another water mass as well. The fact that such species are confined to only one water mass makes them "indicators" in the classic sense of the word. *Sagitta ai*, *S. ferox*, *S. neglecta*, *S. pulchra*, *S. regularis*, *S. robusta*, *Krohnitta pacifica*, and possibly *Sagitta bedoti* and *Pterosagitta draco* are the species encountered in the present study that may be placed in this class.

Species designated type B are those the distributions of which are possibly limited by measured features of the environment but are not necessarily associated with a single water mass. A number of species are restricted to shallow, intermediate, or deep waters, and are consequently useful in interpreting the relative depth from which a sample was taken, or as a possible aid in determining the extent of vertical water movements. Among species of this type are *Sagitta bipunctata*, *S. californica*, *S. decipiens*, *S. hexaptera*, *S. macrocephala*, *S. maxima*, *S. minima*, *S. planctonis*, *S. regularis*, *Krohnitta subtilis*, *Eukrohnia fowleri*, and *E. hamata*.

The third group of species, called type C, are the cosmopolites of the region. These have wide distributions and tolerances of environmental variables, and are therefore of no use as indicator species. The cosmopolitan species in the area of the present study are *Sagitta enflata*, *S. pacifica*, *S. pseudoserratodentata* and *S. bierii*.

It is pointed out that *Sagitta regularis* is referable to both type A and

type B. This is because the species is confined to the surface levels of only the Tropical Water.

This work presents methods and results that overcome some of the inadequacies of oblique and vertical plankton sampling techniques. With this as a basis for further investigations in other regions, a more complete concept of zooplankton-environment relationships may be derived, and the use of biological indicators may prove to be a more satisfactory tool than has been possible in the past.

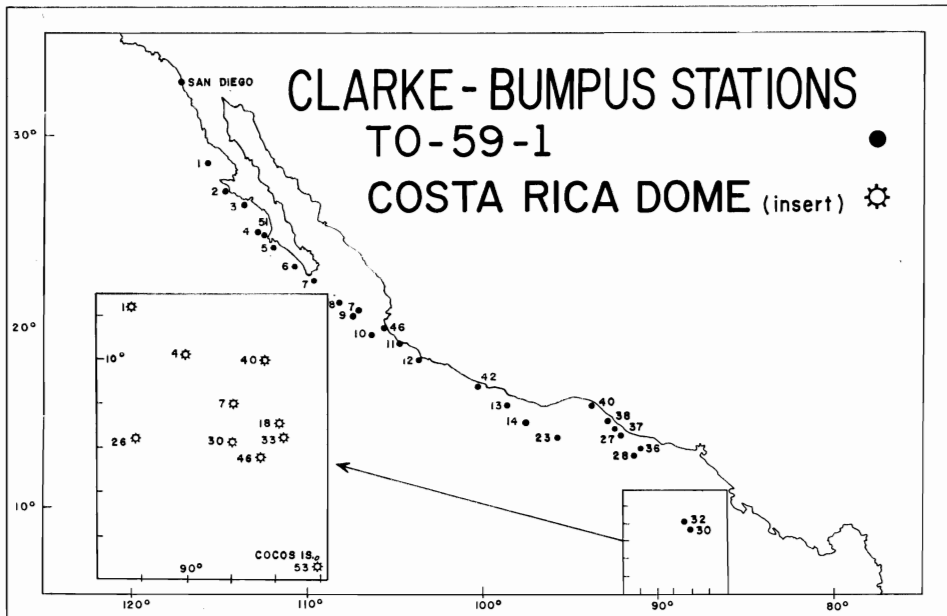


Figure 1. Locations of Clarke-Bumpus stations occupied during Cruise TO59-1 and Costa Rica Dome Cruise (insert).

Figura 1. Posición de las estaciones Clarke-Bumpus ocupadas durante el Crucero TO59-1 y el Crucero al Domo de Costa Rica (insertado).

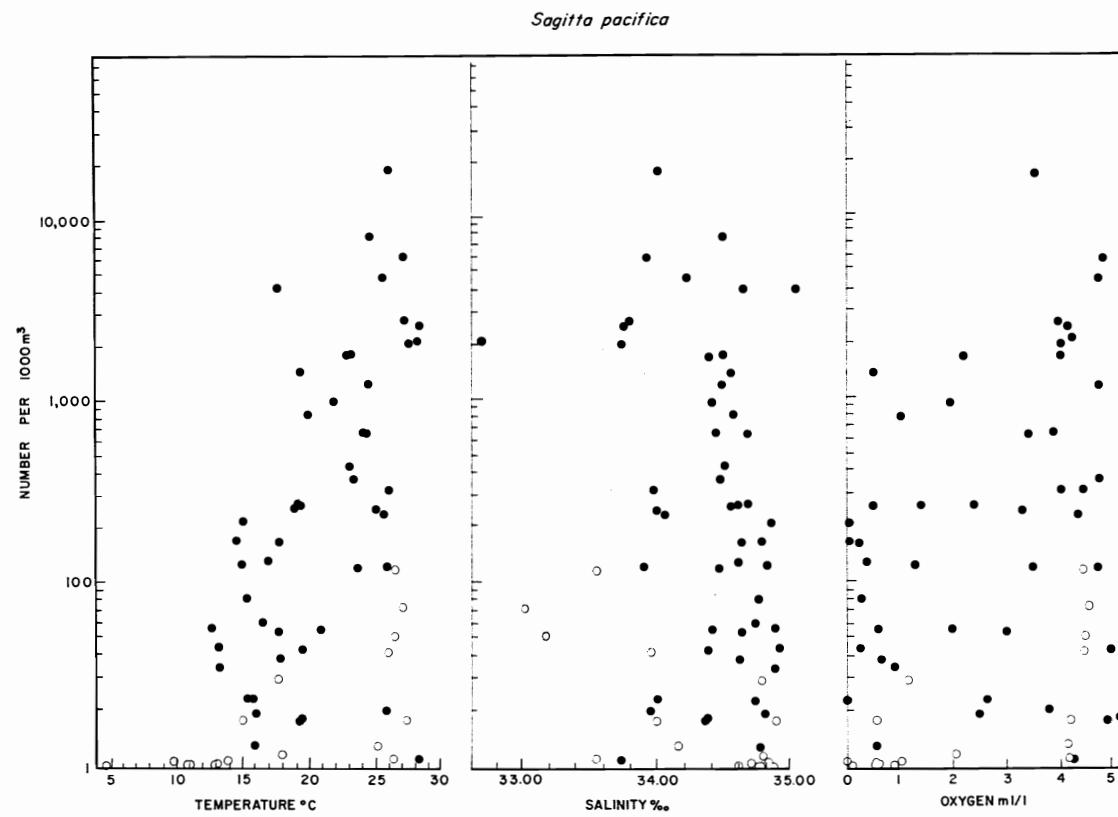


Figure 2. Abundance of *Sagitta pacifica* plotted against ranges of temperature, salinity and oxygen. Combined data from Cruises TO59-1 and Costa Rica Dome. Closed circles, TO59-1; open circles, Costa Rica Dome.

Figura 2. Abundancia de *Sagitta pacifica* graficada contra las amplitudes de la temperatura, la salinidad y el oxígeno. Datos combinados de los Cruceros TO59-1 y al Domo de Costa Rica. Círculos rellenos = TO59-1; círculos abiertos = Domo de Costa Rica.

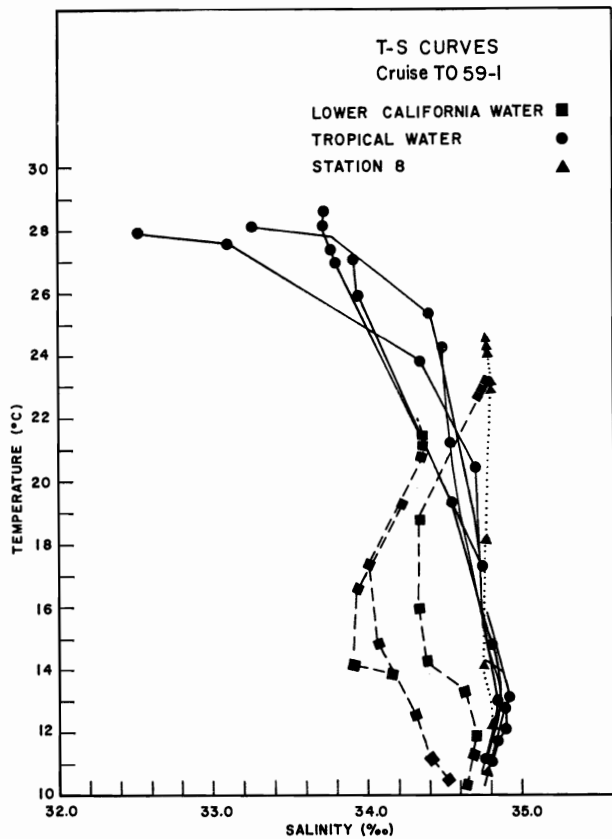


Figure 3. Representative temperature-salinity curves from Cruise TO59-1 data.

Figura 3. Curvas representativas de temperatura-salinidad según los datos del Crucero TO59-1.

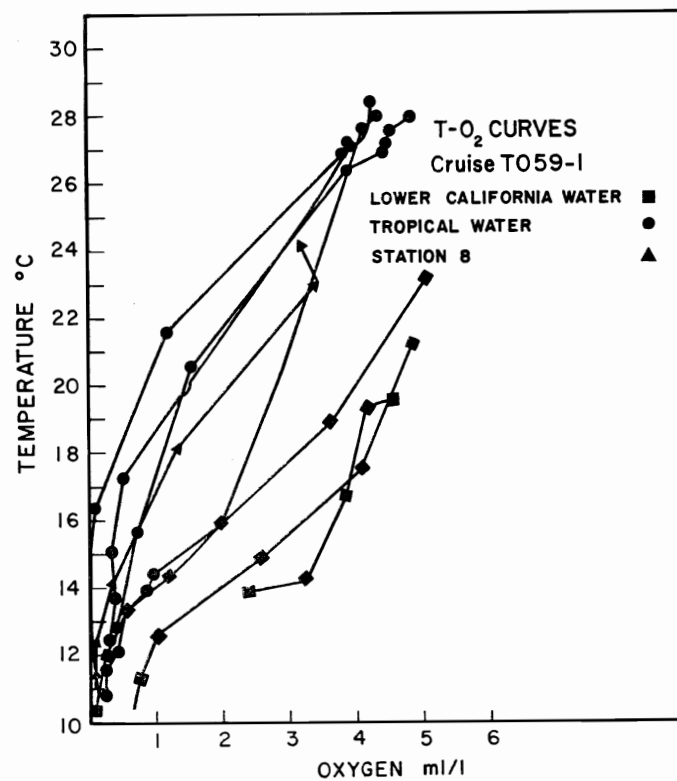


Figure 4. Representative temperature-oxygen curves from Cruise TO59-1 data.

Figura 4. Curvas representativas de temperatura-oxígeno según los datos del Crucero TO59-1.

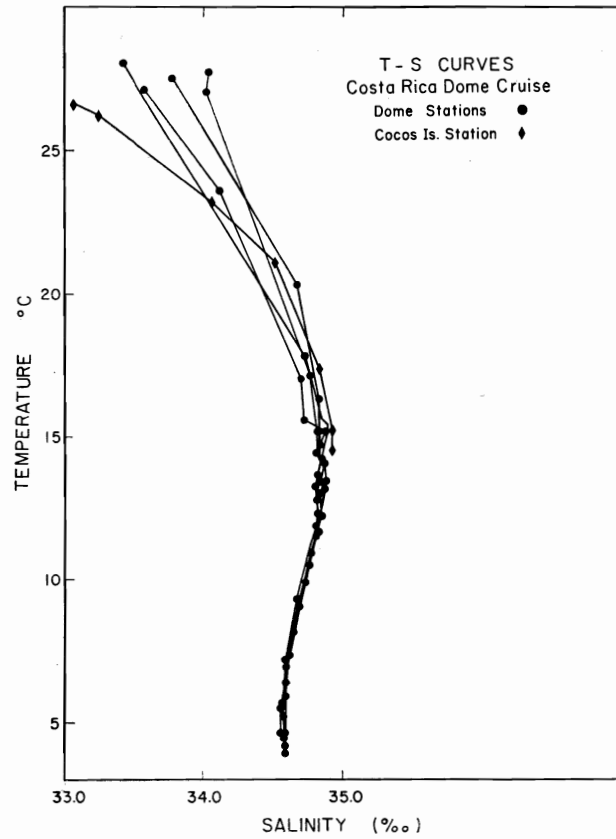


Figure 5. Representative temperature-salinity curves from Costa Rica Dome data.

Figura 5. Curvas representativas de temperatura-salinidad según los datos del Crucero al Domo de Costa Rica.

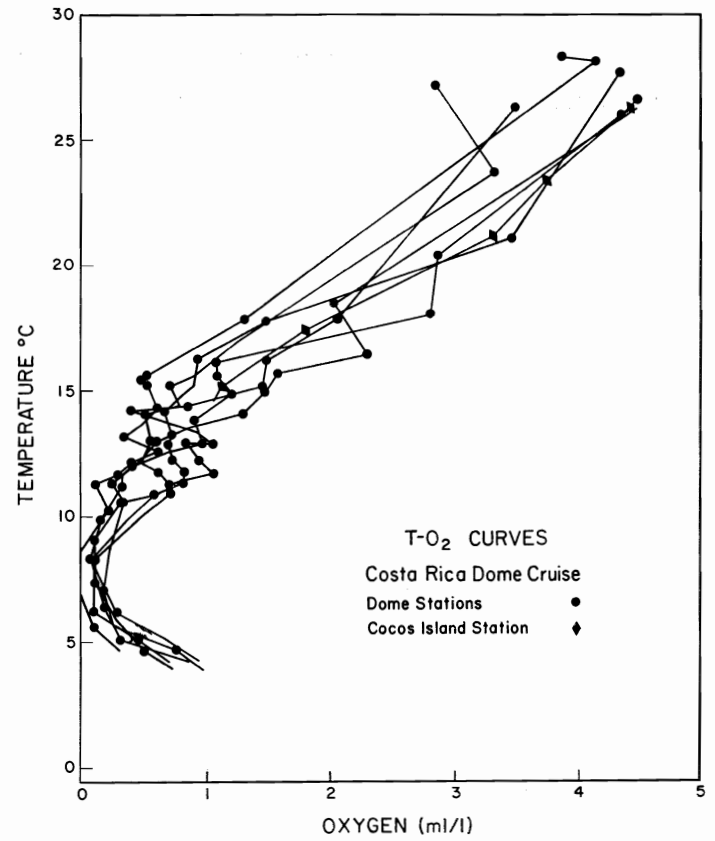
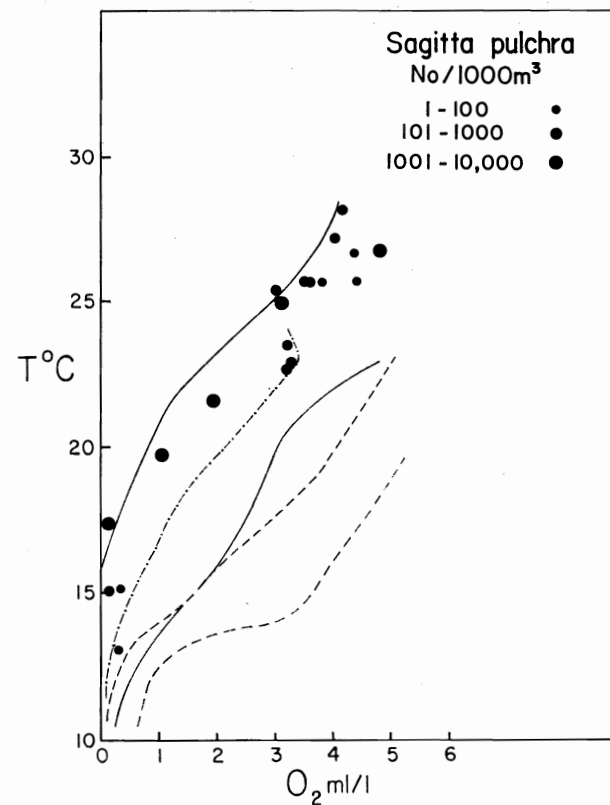
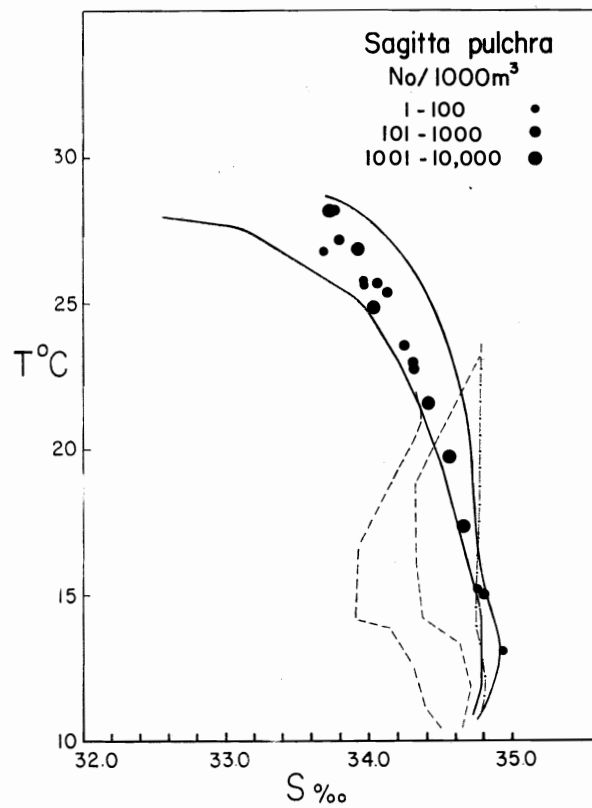


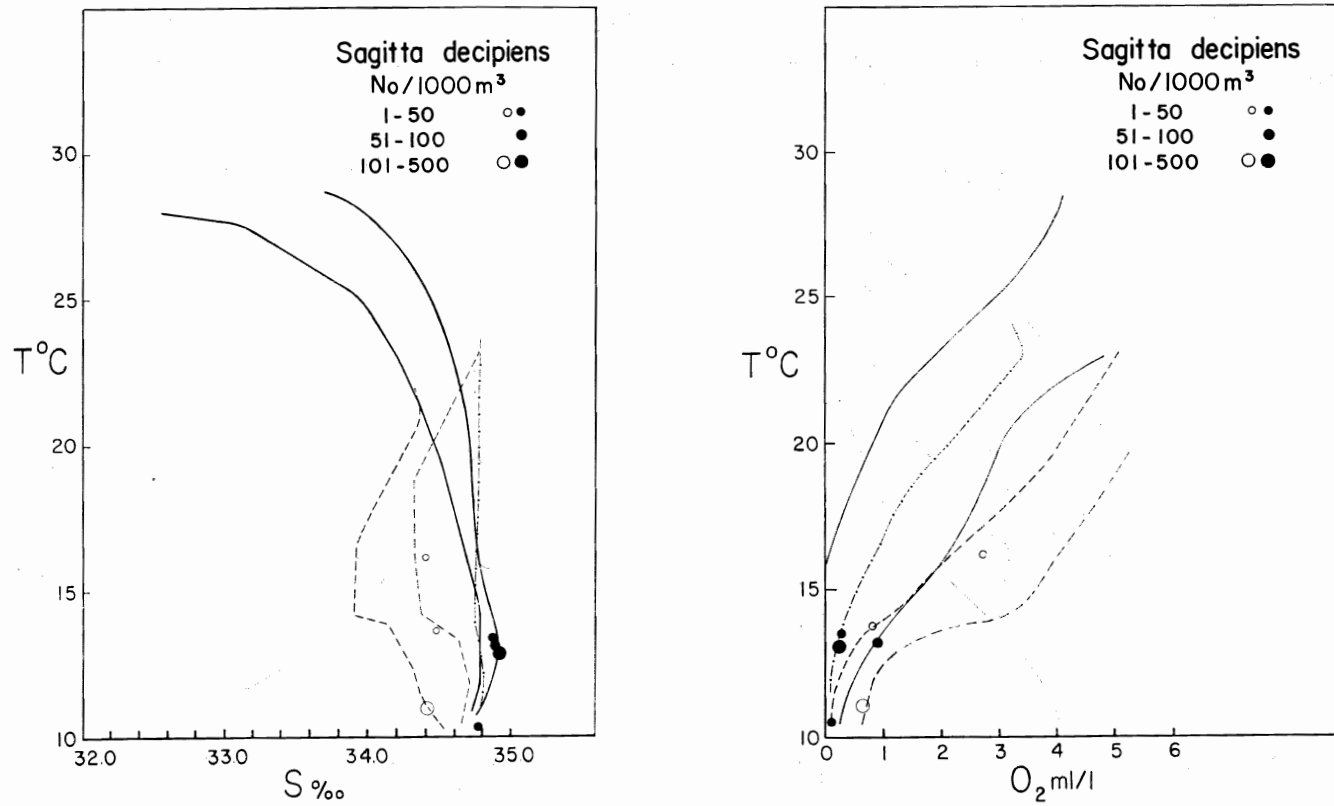
Figure 6. Representative temperature-oxygen curves from Costa Rica Dome data.

Figura 6. Curvas representativas de temperatura-oxígeno según los datos del Crucero al Domo de Costa Rica.



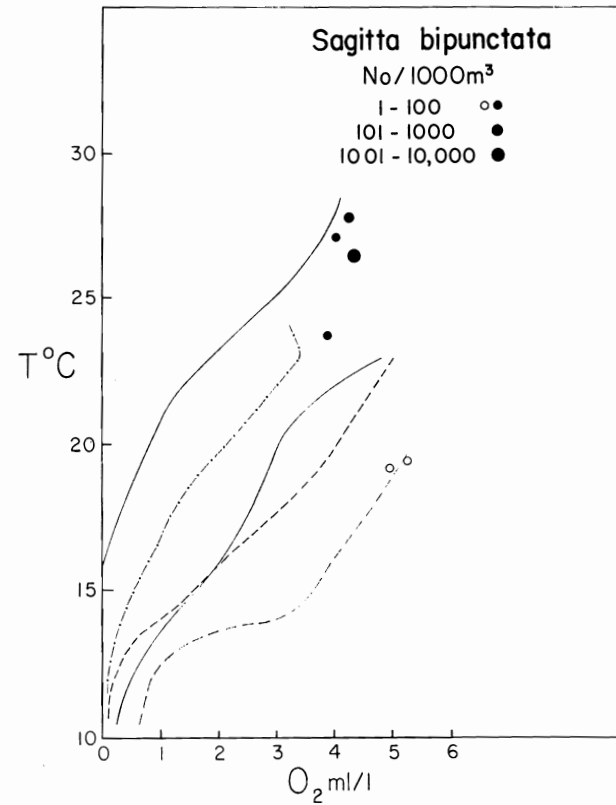
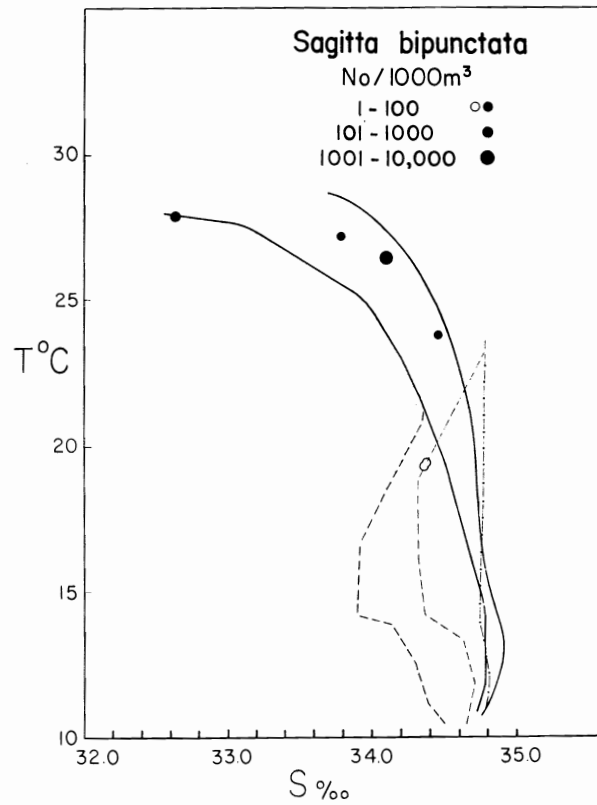
Figures 7a, b. Temperature-salinity-*S. pulchra* and temperature-oxygen-*S. pulchra* diagrams illustrating the occurrence and relative abundance of the species with respect to the water masses. Solid line encompasses Tropical Water; broken line, Lower California Water; alternating dots and dashes, Station 8.

Figuras 7a, b. Diagramas de temperatura-salinidad y temperatura-oxígeno de *S. pulchra* que ilustran la presencia y abundancia relativa de la especie con respecto a las masas de agua. La línea continua circunda el Agua Tropical; la interrumpida, el Agua de Baja California; la compuesta de rayas y puntos indica la Estación 8.



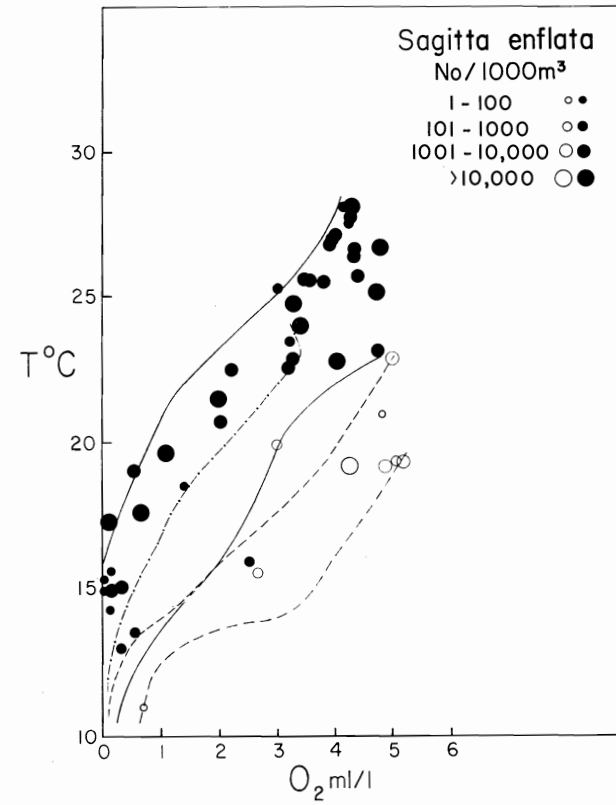
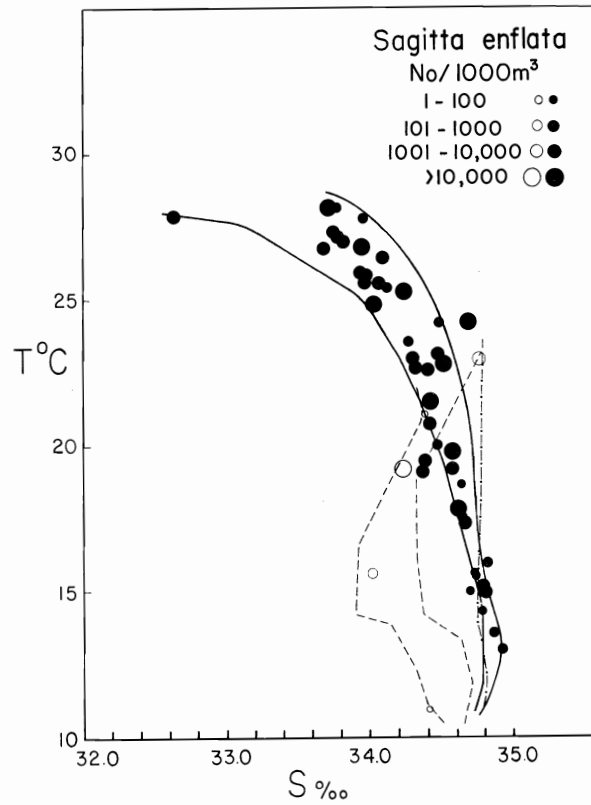
Figures 8a, b. Temperature-salinity-*S. decipiens* and temperature-oxygen-*S. decipiens* diagrams illustrating the occurrence and relative abundance of the species with respect to the water masses. Lines as for Figures 7a, b. Closed circles refer to occurrences in Tropical Water; open circles, Lower California Water.

Figuras 8a, b. Diagramas de temperatura-salinidad y temperatura-oxígeno de *S. decipiens* que ilustran la presencia y abundancia relativa de la especie con respecto a las masas de agua. Las líneas son como en las Figuras 7a, b. Los círculos rellenos indican el Agua Tropical; los círculos abiertos muestran el Agua de Baja California.



Figures 9a, b. Temperature-salinity-*S. bipunctata* and temperature-oxygen-*S. bipunctata* diagrams illustrating the occurrence and relative abundance of the species with respect to the water masses. Lines and symbols as for Figures 7a, b and 8a, b.

Figuras 9a, b. Diagramas de temperatura-salinidad y temperatura-oxígeno de *S. bipunctata* que ilustran la presencia y abundancia relativa de la especie con respecto a las masas de agua. Líneas y símbolos como para las Figuras 7a, b. y 8a, b.



Figures 10a, b. Temperature-salinity-*S. enflata* and temperature-oxygen *S. enflata* diagrams illustrating the occurrence and relative abundance of the species with respect to the water masses. Lines and symbols as for Figures 7a, b to 9a, b.

Figuras 10a, b. Diagramas de temperatura-salinidad y temperatura-oxígeno de *S. enflata* que ilustran la presencia y abundancia relativa de la especie con respecto a las masas de agua. Líneas y símbolos como para las Figuras 7a, b á 9a, b.

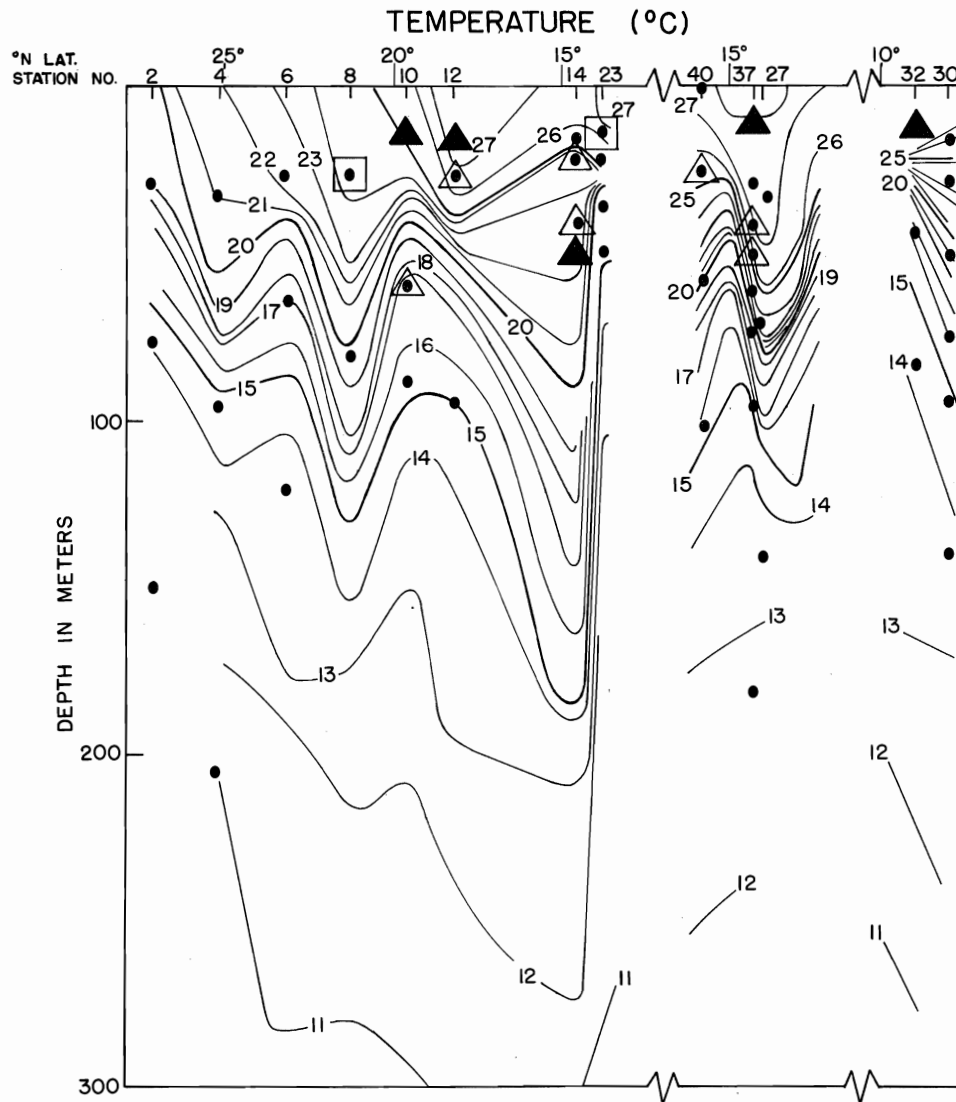


Figure 11a.

Figures 11a, b, c. Hydrographic profiles illustrating the distribution of temperature, salinity and oxygen upon which have been superimposed symbols indicating the occurrence and relative abundance of *S. neglecta*. The figures illustrate the apparent relationships between the distributions of the variables and the species distribution. Dots, zero present; open triangle, 1-50; open square, 51-100; closed triangle, 101-500 (numbers/1000m³).

Figuras 11a, b, c. Perfiles hidrográficos que ilustran la distribución de la temperatura, la salinidad y el oxígeno sobre los cuales se han colocado los símbolos que indican la presencia y abundancia relativa de *S. neglecta*. Las figuras presentan la aparente relación entre la distribución de las variables y la de la especie. Círculos rellenos = cero presencia; triángulos abiertos = de 1 a 50; cuadrados abiertos = de 51 a 100; triángulos rellenos = de 101 a 500 (números/1000 m³).

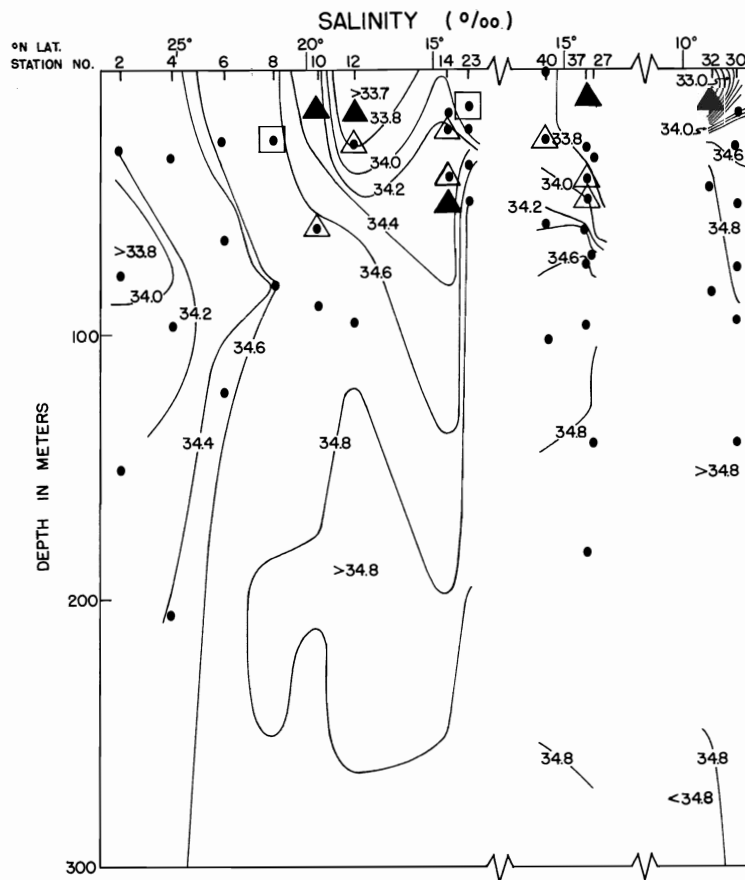


Figure 11b.

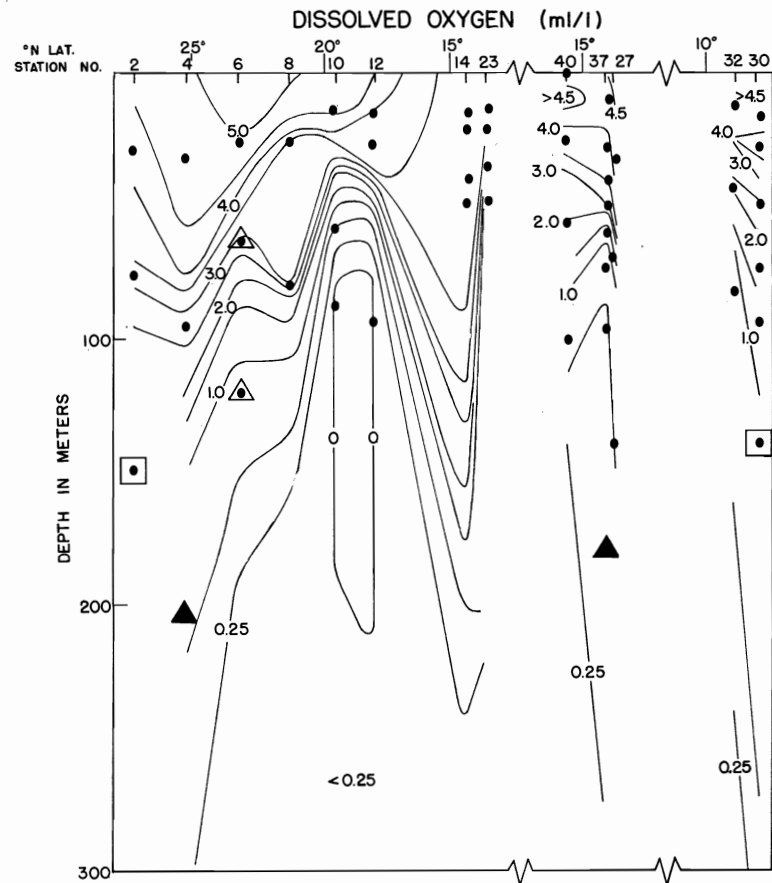


Figure 11c.

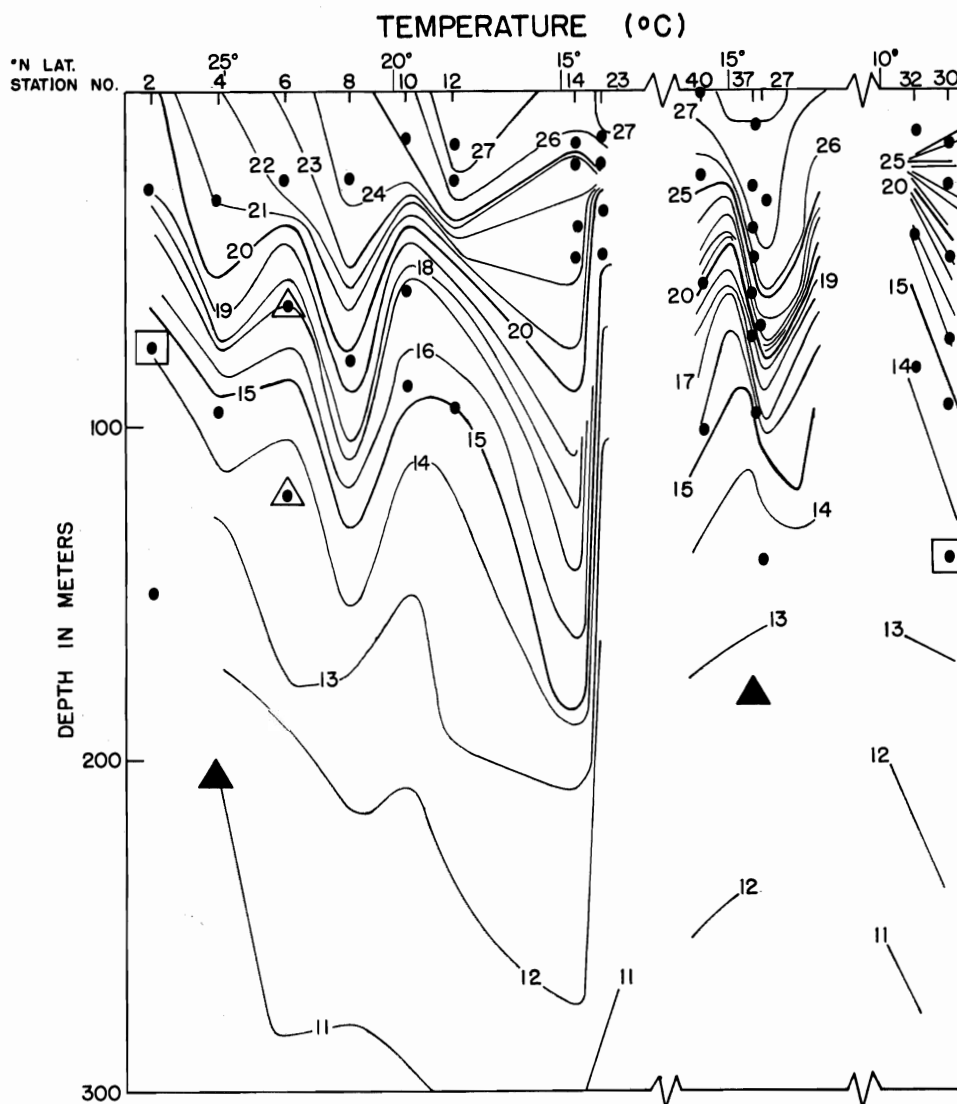


Figure 12a.

Figures 12a, b, c. Hydrographic profiles illustrating the distributions of temperature, salinity and oxygen upon which have been superimposed symbols indicating the occurrence and relative abundance of *S. decipiens*. The figures illustrate the apparent relationship between the distributions of the variables and the species distribution. Symbols as in Figures 11a, b, c.

Figuras 12a, b, c. Perfiles hidrográficos que ilustran la distribución de la temperatura, la salinidad y el oxígeno sobre los cuales se han colocado los símbolos que indican la presencia y abundancia relativa de *S. decipiens*. Las figuras muestran la aparente relación entre la distribución de las variables y la de la especie. Símbolos como en las Figuras 11a, b, c.

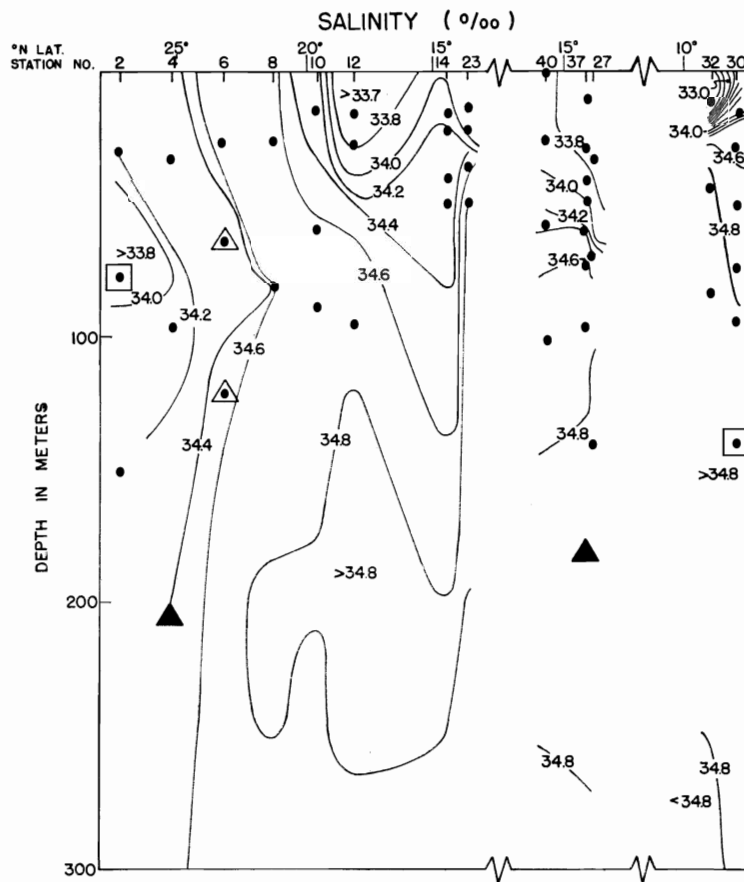


Figure 12b.

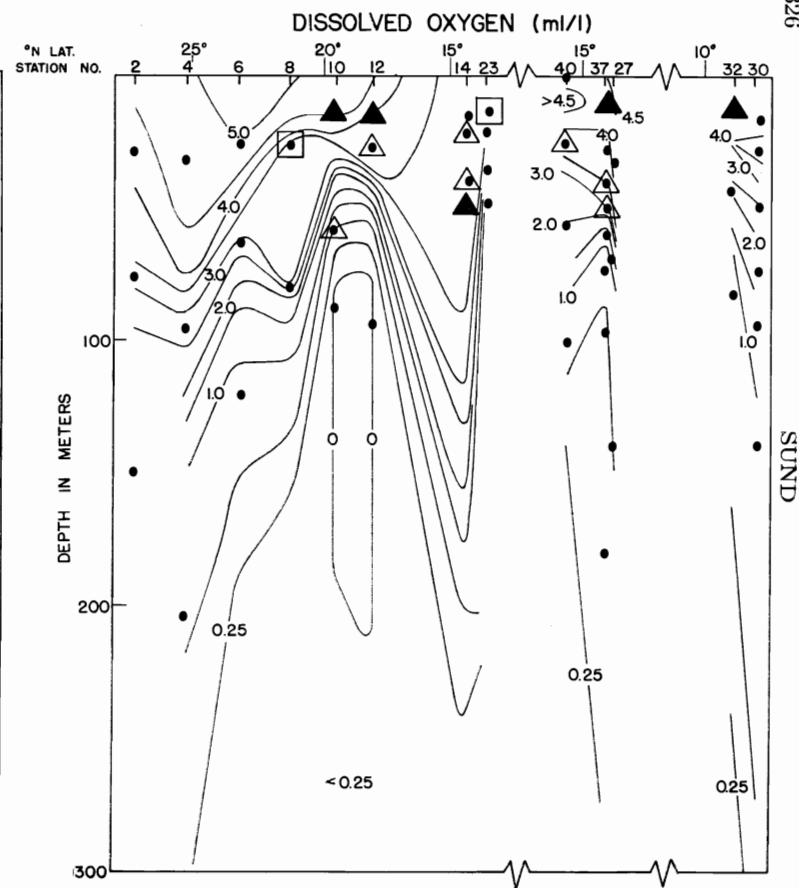


Figure 12c.

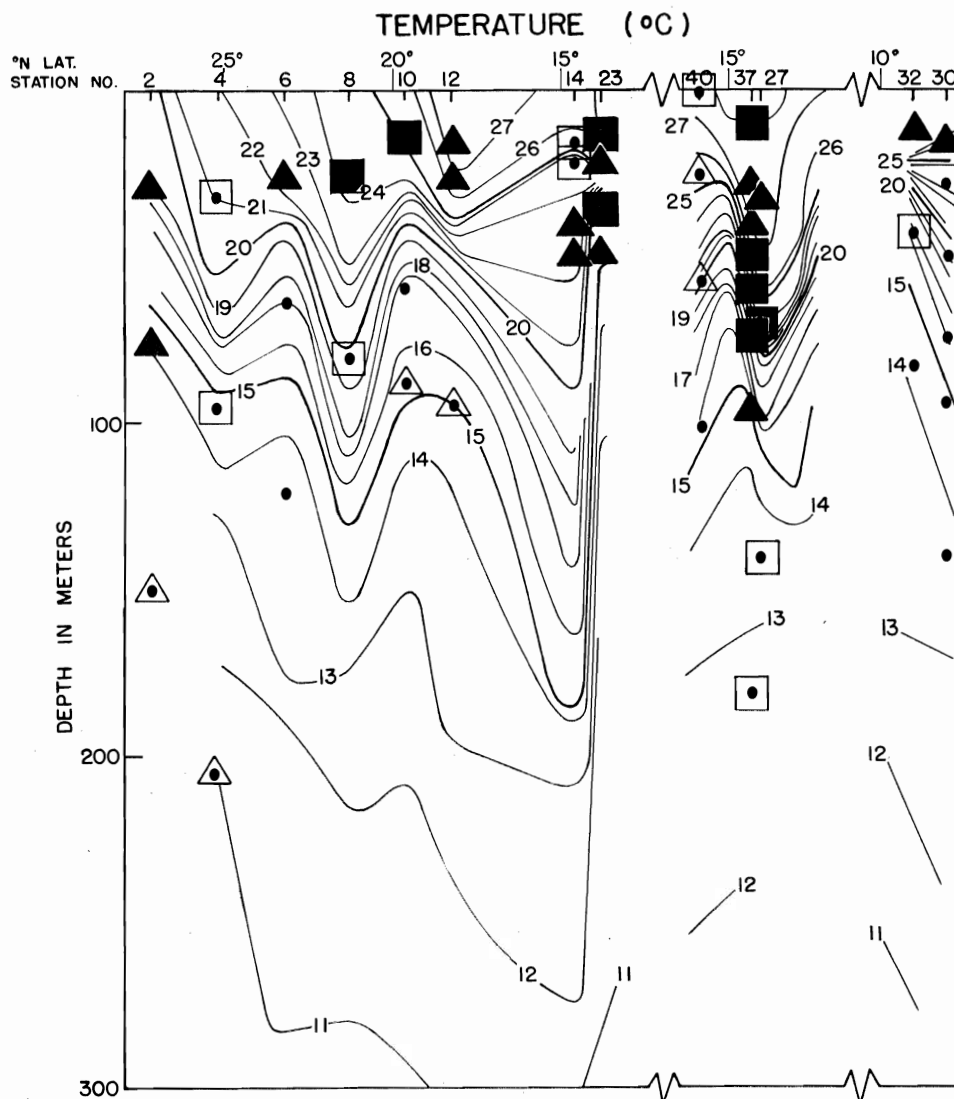


Figure 13a.

Figures 13a, b, c. Hydrographic profiles illustrating the distributions of temperature, salinity and oxygen upon which have been superimposed symbols indicating the occurrence and relative abundance of *S. enflata*. The figures illustrate the apparent relationships between the distributions of the variables and the species distribution. Dots, zero present; open triangle, 1-100; open square, 101-1000; closed triangle, 1001-10,000; closed square, over 10,000 (numbers/1000m³)

Figuras 13a, b, c. Perfiles hidrográficos que ilustran la distribución de la temperatura, la salinidad y el oxígeno sobre los que se han colocado los símbolos que indican la presencia y abundancia relativa de *S. enflata*. Las figuras muestran la aparente relación entre la distribución de las variables y la de la especie. Círculos rellenos = cero presencia; triángulos abiertos = de 1 a 100; cuadrados abiertos = de 101 a 1000; triángulos rellenos = de 1001 a 10,000; cuadrados rellenos = más de 10,000 (números/1000 m³).

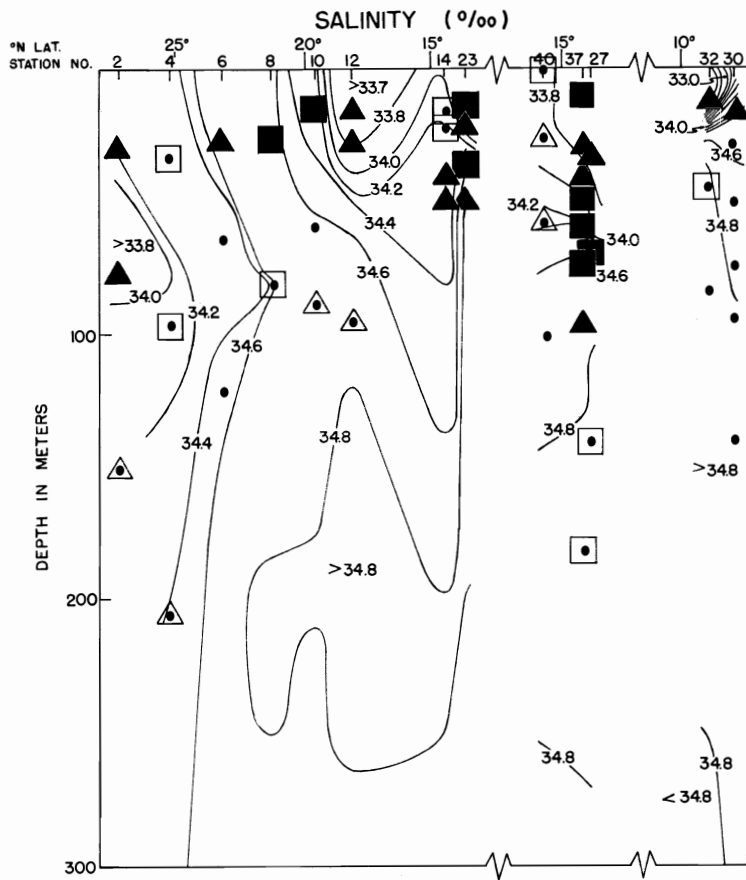


Figure 13b.

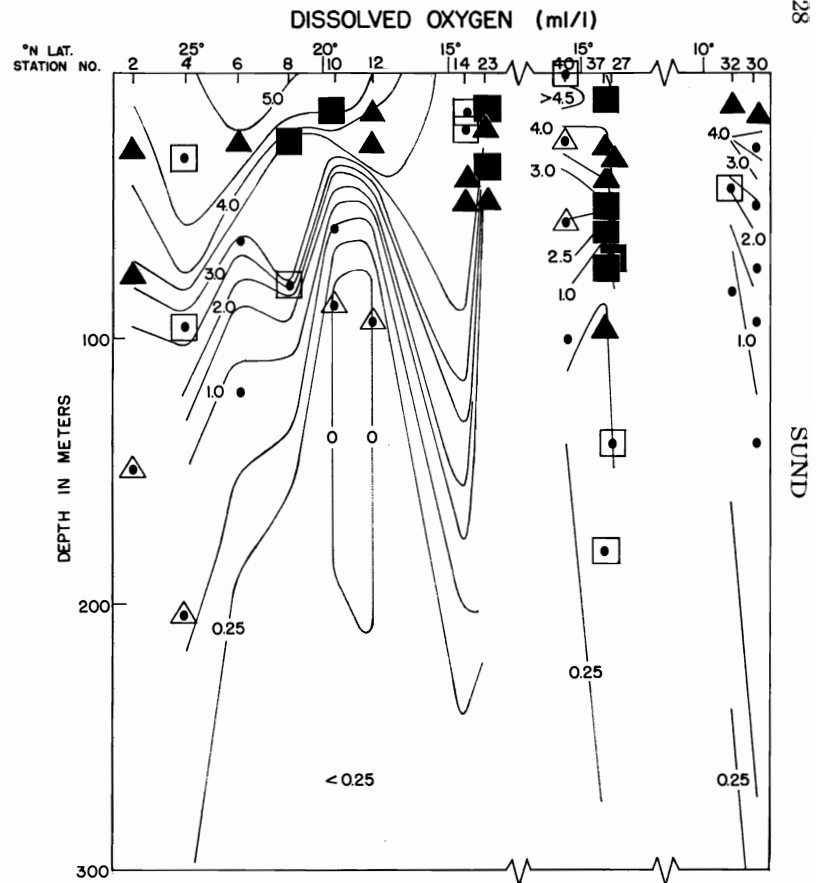


Figure 13c.

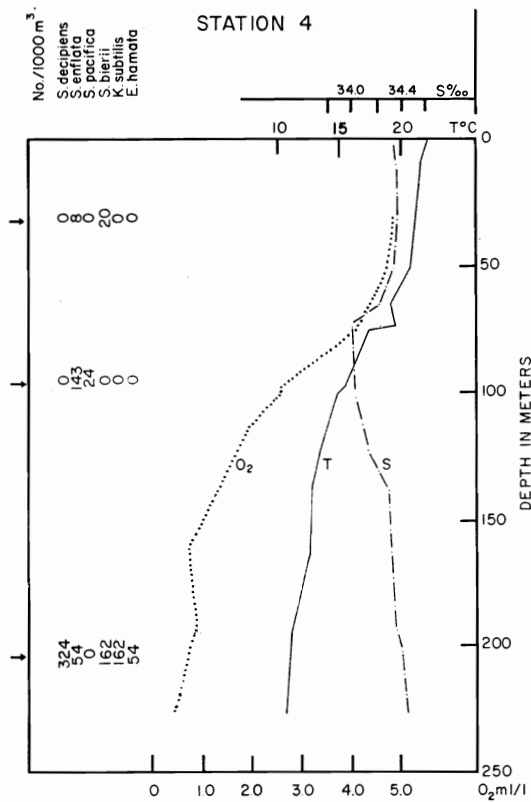


Figure 14. Data from TO59-1 Station 4, in Lower California Water, illustrating the vertical distribution of T,S,O₂, and the abundance of the species present at different depths.

Figura 14. Datos correspondientes a la Estación 4 del Crucero TO59-1, en el Agua de Baja California, que muestran la distribución vertical de T,S,O₂ y la abundancia de la especie presente a diferentes profundidades.

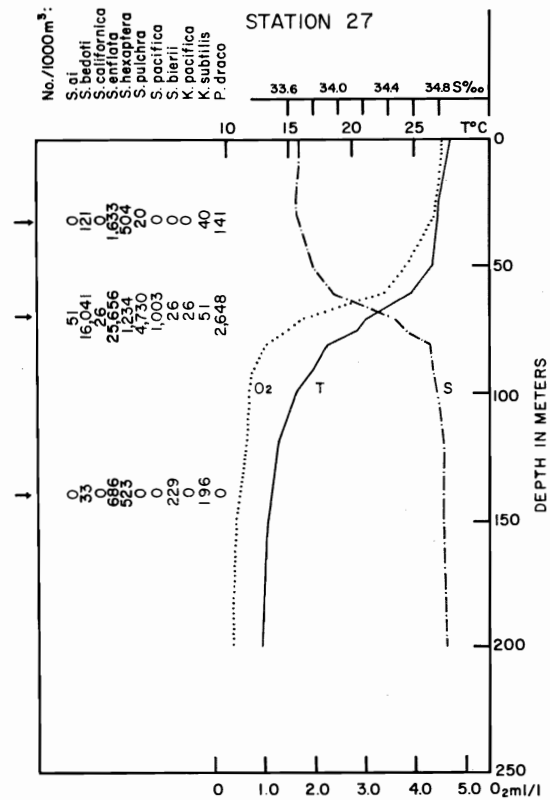


Figure 15. Data from TO59-1 Station 27, in Tropical Water, illustrating the vertical distribution of T,S,O₂, and the abundance of the species present at different depths.

Figura 15. Datos correspondencias a la Estación 27 del Crucero TO59-1, en el Agua Tropical, que muestran la distribución vertical de T,S,O₂ y la abundancia de la especie presente a diferentes profundidades.

Table 1. Station list of Clarke-Bumpus tows and species of Chaetognatha present.

Tabla 1. Lista de las estaciones en las que se hicieron arrastres de Clarke-Bumpus y de las especies de chaetognatos presentes.

Station	Position		Type-Tipo	A	A?	C	B	B	B	C	A	B	B	B	B	A	C	B	C	A	A/B	A	A	B	A?	B	B	
	N.Lat.	W.Long.																										
Estación	Posición		Type-Tipo	A	A?	C	B	B	B	C	A	B	B	B	B	A	C	B	C	A	A/B	A	A	B	A?	B	B	
	N.Lat.	W.Long.																										
TO59-1																												
1	28°38'	115°37'																										
2*	27°12'	114°40'																										
3	26°30'	113°36.5'																										
4*	25°05'	112°55.5'																										
5	24°18'	112°01'																										
6*	23°13'	110°41'																										
7	22°25'	109°40'																										
8*	21°17'	108°16'																										
9	20°31.5'	107°17'																										
10*	19°35.5'	106°03'																										
11	19°04'	104°41'																										
12*	18°10'	103°26'																										
13	15°29.5'	98°32.5'																										
14	14°40'	97°44'																										
23*	13°49'	94°57'																										
27*	13°01'	92°23'																										
28	12°41'	91°35'																										
30*	08°58'	88°16'																										
32*	08°58'	88°22'																										
36	13°01'	91°03'																										
37*	14°12'	92°35'																										
38	15°00'	93°00'																										
40*	15°51'	93°58'																										
42*	16°42.5'	100°12'																										
46*	19°46'	105°44'																										
51*	24°57.5'	112°35.5'																										
CRD																												
1*	11°14.5'	91°16'																										
4*	10°10'	90°05'																										
7*	09°00'	89°03'																										
18*	08°35'	88°00.5'																										
26*	08°09'	89°17'																										
30*	08°10'	89°05'																										
33*	08°13'	87°52.5'																										
40*	10°00'	88°26'																										
46*	07°46'	88°26'																										
53*	05°29.5'	87°01'																										

* Stations with both hydrographic cast and Clarke-Bumpus series.

* Estaciones con observaciones hidrográficas y series de Clarke-Bumpus.

Table 2. Ranges of depth, temperature, salinity and oxygen within which species were found. Cruises TO59-1 and Costa Rica Dome.

Tabla 2. Límites de la distribución de la profundidad, la temperatura, la salinidad y el oxígeno dentro de los cuales se encontraron las especies. Cruceros TO59-1 y al Domo de Costa Rica.

Species	Depth (M)		Temperature (°C)		Salinity (‰)		Oxygen (ml/l)	
	— to —		— to —		— to —		— to —	
<i>S. ai</i>	5	70	15.1	26.8	32.64	34.80	0.10	4.80
<i>S. bedoti</i>	0	610	7.7	28.2	33.56	34.89	0.00	4.80
<i>S. bierii</i>	5	502	8.9	27.9	32.64	34.92	0.00	5.00
<i>S. bipunctata</i>	5	27	26.4	27.9	32.64	34.45	3.85	4.52
<i>S. californica</i>	5	70	21.2	26.8	33.93	34.42	1.95	4.80
<i>S. decipiens</i>	20	430	8.9	18.0	34.40	34.92	0.00	2.75
<i>S. enflata</i>	0	830	5.4	28.2	32.64	34.89	0.00	5.00
<i>S. ferox</i>	21	37	24.3	28.2	33.76	34.49	3.53	4.15
<i>S. hexaptera</i>	5	830	8.1	28.2	33.68	34.91	0.00	5.00
<i>S. macrocephala*</i>	430	—	8.9	—	—	34.65	0.00	—
<i>S. maxima*</i>	300	—	10.8	—	—	34.78	0.69	—
<i>S. minima</i>	20	80	5.4	28.2	33.88	34.89	0.10	4.20
<i>S. neglecta</i>	5	62	19.8	28.2	32.64	34.79	0.43	4.80
<i>S. pacifica</i>	5	1005	4.6	28.2	32.64	34.92	0.00	4.80
<i>S. planctonis*</i>	430	—	8.9	—	—	34.65	0.00	—
<i>S. pseudoserratodentata</i>	20	80	16.8	28.2	33.74	34.08	0.43	4.41
<i>S. pulchra</i>	5	500	7.9	28.2	33.56	34.92	0.00	4.80
<i>S. regularis</i>	5	220	17.6	28.2	33.72	34.79	1.19	4.47
<i>S. robusta</i>	35	62	17.4	27.3	33.75	34.64	0.11	4.00
<i>K. pacifica</i>	12	220	13.2	28.2	32.64	34.89	0.00	4.43
<i>K. subtilis</i>	5	505	8.3	28.2	33.68	34.92	0.00	4.35
<i>P. draco</i>	5	580	8.1	28.2	33.68	34.89	0.10	5.00
<i>E. fowleri*</i>	430	—	8.9	—	—	34.65	0.00	—
<i>E. hamata</i>	205	400	10.3	11.9	34.41	34.82	0.12	0.69

* Species recorded only at one depth at one station.

* Especies registradas solamente a una profundidad en una estación.

**ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LA AUTOECOLOGIA Y
DISTRIBUCION DE LOS QUETOGNATOS EN EL
OCEANO PACIFICO ORIENTAL TROPICAL**

por

Paul N. Sund

La Comisión Interamericana del Atún Tropical, en cooperación con el programa de la "Tuna Oceanography Research" de la Institución Scripps de Oceanografía, viene estudiando en el Océano Pacífico Oriental Tropical métodos para identificar aguas de características diferentes que podrían influir en la distribución y en el comportamiento de los atunes tropicales. Uno de los métodos para abordar el problema ha sido el de intentar la utilización de especies zooplanctónicas como índices biológicos de masas de agua. Se ha demostrado que ciertos organismos del zooplancton tienen afinidades ecológicas, merced a las cuales son útiles para identificar y trazar los movimientos de las masas de agua. Bieri (1957), Lea (1955), Le Brasseur (1959), Sund (1959) y Sund y Renner (1959) presentaron evidencia de que ciertas especies de quetognatos pueden servir, posiblemente, como tales índices en el Océano Pacífico Oriental.

El presente trabajo informa sobre un estudio de la distribución de las especies de quetognatos obtenidos de distintas profundidades por medio de la red de plancton que se cierra en lanzamientos horizontales y en relación con mediciones concomitantes de la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto. El análisis de estos datos ofreció una base para la determinación de las especies que son potencialmente aptas para ser usadas como índices biológicos dentro del área del Pacífico Oriental a la cual se refiere este estudio.

METODOS Y MATERIALES

Durante el Crucero TO59-1, realizado por la "Tuna Oceanography Research" de la Institución Scripps del 15 de enero al 14 de febrero de 1959, se tomó una serie de 102 muestras de plancton, en 26 estaciones, efectuando lanzamientos horizontales con la red ensanchada de Clarke-Bumpus (Paquette, Scott y Sund, 1961). En el curso del crucero efectuado por la Comisión Interamericana del Atún Tropical para estudiar el domo frente a Costa Rica, del 6 de noviembre al 14 de diciembre de 1959, se obtuvieron, en forma similar, 39 muestras de plancton en 9 estaciones situadas en la inmediata proximidad del domo térmico (Cromwell, 1958) de Costa Rica y tres muestras se tomaron en una sola estación cerca de la Isla del Coco. La ubicación de las estaciones se indica en la Figura 1 y las posiciones se presentan en la Tabla 1.

Los datos hidrográficos obtenidos en el curso de estas expediciones fueron procesados por la Sección Oceanográfica de la Comisión y por los Grupos de Colección y Procesamiento de Datos de la División de Recursos Marinos y el "Tuna Oceanography Research Program" de la Institución Scripps.

Los quetognatos fueron separados de las muestras, determinándose las especies, y los números correspondientes a cada especie se expresaron como número de individuos presentes en 1000 m³ de agua filtrada por la red. Estos datos y los hidrográficos fueron presentados en gráficos en diferentes combinaciones para determinar la relación entre las variables físicas y la distribución de las especies. En este trabajo sólo se presentan las figuras más ilustrativas, dado que el costo de reproducción de todas las figuras preparadas durante el análisis de los datos sería prohibitivo. Las series completas de datos se encuentran en las fichas de la Comisión y del autor, pudiendo los científicos interesados obtenerlas por solicitud directa.

DISCUSION

Presencia de las especies graficada contra la temperatura, la salinidad y el oxígeno

La tabulación de la amplitud de las variables hidrográficas dentro de la cual se encontraron especies (Tabla 2) es de uso limitado, ya que podría dar la impresión de que las especies están distribuidas uniformemente dentro de las amplitudes observadas. En realidad, las especies están frecuentemente presentes en mayor número y con mayor frecuencia dentro de un campo limitado de una determinada variable. Esto está representado, como ejemplo, en la Figura 2 en la que las cantidades de *Sagitta pacifica* por 1000 m³, encontradas en cada muestra, están graficadas contra T, S, y O₂.

Presencia de las especies graficada contra los diagramas de temperatura-salinidad y temperatura-oxígeno

De los diagramas T-S y T-O₂ (Figuras 3 y 4) resulta evidente que en el área explorada durante el Crucero TO59-1 hubo dos masas de agua distintas. El agua al norte de la Estación 8, justamente frente al Golfo de California, se distinguirá en este estudio con el nombre de Agua de Baja California y el agua al sur de la Estación 8 con el de Agua Tropical. En la proximidad de la Estación 8, el agua aparenta ser de índole tropical en cuanto al oxígeno se refiere (Figura 4), pero la salinidad es mas elevada que la del Agua Tropical y tambien que la del Agua de Baja California. Esto podría deberse a la influencia del agua de alta salinidad que sale del Golfo y a la mezcla en el limite entre las aguas del norte y del sur.

Los diagramas T-S correspondientes a las estaciones del Crucero al Domo de Costa Rica (Figura 5) indican que las aguas de superficie en la

proximidad del domo y alrededor de la Isla del Coco sólo difieren por cuanto las últimas son menos salinas. Por debajo de la capa de mezcla las aguas parecen tener las mismas características en ambas áreas. Las curvas T-O₂ (Figura 6) no muestran diferencia alguna entre las aguas de las dos áreas. Las curvas T-S y T-O₂ para las estaciones de esta expedición están dentro de los límites establecidos para el Agua Tropical.

Para determinar su valor potencial como indicadores de masas de agua, la presencia y abundancia relativa de varias especies de quetognatos se graficaron en los diagramas T-S y T-O₂ (Figuras 7-10). En estas figuras se incluyeron "sobres" que indican los extremos de las curvas T-S y T-O₂ para las dos masas de agua encontradas durante el Crucero TO59-1. Para economizar espacio, no se incluyeron los diagramas de los datos del Crucero al Domo de Costa Rica. Sin embargo, estos últimos datos concuerdan generalmente con los de la expedición anterior; las diferencias se señalan en el curso de este trabajo.

De estos diagramas resulta que una determinada especie puede clasificarse en categorías de acuerdo con su valor potencial como indicadora. El primer tipo (A) abarca aquellas especies que se encuentran sólo en el Agua de Baja California o en el Agua Tropical, aunque pueden tolerar la amplitud de variación de T, S, y O₂ características de ambas masas de agua. Los factores que limitan su distribución probablemente no son los medidos. Estas especies (por ejemplo *Sagitta pulchra*, Figura 7) tienen valor potencial para trazar los límites espaciales y los movimientos de un cuerpo de agua.

Un segundo grupo de especies (tipo B) es el de las que aparentemente están limitadas a cierta capa de la columna de agua por ciertas características determinables, pero no están necesariamente confinadas a una sola masa de agua. Así, por ejemplo, *S. decipiens* está limitada al agua profunda, estando asociada con temperatura y oxígeno bajos y alta salinidad; en cambio otras, tales como *S. bipunctata*, habitan sólo aguas superficiales, asociadas con temperatura y oxígeno más elevados y salinidad más baja (Figuras 8 y 9). Las especies de la categoría B pueden ser útiles para trazar más bien la extensión del movimiento vertical que la del movimiento horizontal del agua, o bien para identificar la profundidad relativa de la cual se extrajo una muestra.

El tercer grupo de especies, designado como tipo C, es aquel que abarca las que tienen tan amplia distribución y tolerancia a las variables ambientales que no pueden considerarse útiles como especies indicadoras. Estas son las especies cosmopolitas (por ejemplo *S. enflata*, Figura 10).

En la discusión siguiente se utilizarán estos tres tipos para clasificar por categorías las veinte y tantas especies encontradas a las que se refiere este estudio. La Tabla 1 presenta un sumario con indicación del tipo o de los tipos a que pertenece cada especie. En las regiones fuera de las consideradas aquí, cada una o cualquiera de las especies podría encontrarse, desde luego, que pertenece al mismo o a otro tipo.

Distribución vertical de las características hidrográficas y de los quetognatos

Las Figuras 11, 12 y 13 presentan en perfiles verticales las observaciones sobre la temperatura, la salinidad y el oxígeno correspondientes a tres perfiles del Crucero TO59-1. La distribución vertical y la abundancia de las especies de quetognatos han sido superpuestas en los perfiles hidrográficos para presentar gráficamente la relación entre la distribución de estas especies y la de las variables. En las Figuras 11, 12 y 13, los puntos negros indican la presencia y profundidad de los arrastres. Los otros símbolos muestran la distribución y la abundancia relativa de las especies durante la expedición.

Las Figuras 14 y 15 presentan una serie de ilustraciones mostrando la distribución y la abundancia de las especies en las estaciones en las que al mismo tiempo se obtuvieron datos hidrográficos y se hizo una serie de arrastres estratificados.

Distribución de las especies en relación con las características hidrográficas¹

Especies del tipo A

Sagitta bedoti es una especie con amplia distribución en el Agua Tropical. Ha sido encontrada también en el Agua de Baja California, en la Estación 51 y en la 8. Como las muestras de las Estaciones 51 y 8 conteniendo esta especie son las únicas procedentes del norte del límite de la masa de agua al sur de la punta de la península de Baja California que acusaron la presencia de *S. bedoti*, se requiere explicaciones sobre el mecanismo por el cual esta especie llegó y se mantiene allí. Primero, está la hipótesis según la cual, cierto tiempo antes del crucero, el Agua Tropical penetró hacia el norte, lo que explicaría la presencia de esta especie al norte de su área normal (Bieri, 1959; Sund y Renner, 1959) debido a que un pequeño número de individuos quedó aislado cuando el agua más cálida volvió a su posición normal; esta hipótesis está basada en las cartas de distribución de la temperatura, publicadas mensualmente por el Laboratorio Biológico de Honolulu del "Bureau of Commercial Fisheries." Segundo, los valores correspondientes a la salinidad, la temperatura y el oxígeno están dentro de los límites de tolerancia de la especie. Es por ello que no puede invalidarse la suposición de que *S. bedoti* es indicadora del Agua Tropical.

Sagitta ferox estuvo presente sólo en la muestra obtenida en la capa superficial de la Estación 46 durante el Crucero TO59-1 y en las muestras de las profundidades de 20 y 40 m., respectivamente, tomadas en la Estación 42. De los diagramas de temperatura-salinidad y temperatura-oxígeno

¹ *Sagitta bipunctata* y *S. californica*, lo mismo que *S. ai* y *S. robusta*, son presentadas conjuntamente debido a la posibilidad de que los dos pares sean sinónimos; pero el hecho de figurar en la lista en esta forma no implica que lo sean.

de *S. ferox* resulta que se trata de un poblador de la superficie del Agua Tropical, como lo habían admitido Bieri y luego Sund y Renner (*loc. cit.*). Desgraciadamente, sólo ha sido registrada esporádicamente por lo cual su uso como especie indicadora se ve limitado por la baja frecuencia de su hallazgo; pero en los sitios en que se encuentra *S. ferox* razonablemente se puede tener la certeza de que se trata de agua de origen tropical.

Sagitta neglecta sólo se encontró en muestras procedentes del Agua Tropical. Fué más abundante en las capas superficiales, disminuyendo su número conforme aumentaba la profundidad. El límite norte de la distribución de esta especie coincide estrechamente con el límite que separa los dos tipos de agua.

Sagitta pulchra, como *S. bedoti*, se presenta en una gran amplitud de las variables medidas; sin embargo, está limitada al Agua Tropical por lo cual sirve para identificarla. En el material estudiado, *S. pulchra* no se extiende tanto hacia el norte y el sur como *S. bedoti*. Sobre la base de la distribución publicada por Bieri y por Sund y Renner, el límite norte indicado por las muestras parece muy real. La extensión meridional de la distribución de la especie no fué alcanzada por los cruceros considerados en este estudio. *S. pulchra* usualmente se extiende en el Pacífico Oriental hacia el sur hasta la Corriente del Perú (Bieri 1957, 1959).

Sagitta regularis está limitada a los niveles superficiales del Agua Tropical y penetra sólo hasta una profundidad de unos 50 metros (con una sola excepción que puede atribuirse, probablemente, a algún desperfecto en el funcionamiento de la red). Por ello podría desempeñar un doble papel, como indicadora de los tipos A y B.

Sagitta robusta y *S. ai* presentan una distribución similar a la de *S. regularis* por ser formas de superficie del Agua Tropical. Ambas especies² tienen una tolerancia relativamente amplia, aunque estén limitadas al Agua Tropical, por lo cual figuran dentro del tipo A.

Krobnitta pacifica se encontró sólo en el Agua Tropical. La amplia tolerancia ambiental de esta especie, como la de *S. enflata*, *S. pacifica*, *S. planctonis*, *S. macrocephala* y *S. fowleri*, resulta excepcional por cuanto fué encontrada en profundidades en que no hubo oxígeno en cantidades medibles. No se sabe cómo un animal tan activo como un quetognato puede existir en tales condiciones. En lo que respecta a su valor como especie indicadora, *K. pacifica* pertenece al tipo A por estar aparentemente limitada al Agua Tropical.

Pterosagitta draco por lo general estuvo presente en las estaciones situadas dentro del Agua Tropical. Sólo una vez fué encontrada en una muestra tomada en la capa de mezcla de la Estación 6, que es la estación hidrográfica más meridional en el Agua de Baja California. Su presencia

² Véase la Nota 1 al pié de la página

allí puede indicar que su distribución no está afectada por los cambios en las características del agua en el límite, o bien que está limitada a las aguas tropicales; la presencia de la especie en aquel único sitio puede ser otro caso de aislamiento después del retiro del límite situado previamente más al norte, como también se admitió hipotéticamente para *S. bedoti*. La distribución de *P. draco*, publicada previamente, ofrece sostén a esta interpretación posterior.

Especies del tipo B

Sagitta bipunctata y *S. californica* estuvieron presentes en las muestras procedentes de estaciones situadas en ambos tipos de agua, pero sólo en la parte más cálida próxima a la superficie de la columna de agua. Es por ello que ambas especies son útiles para interpretar la extensión de las aguas con características superficiales.

Sagitta decipiens se halló en las muestras tomadas tanto en el Agua Tropical como en la de Baja California, pero raras veces se encontró a una profundidad de menos de 100 metros. Las aguas pobladas por esta especie tienen temperatura y oxígeno bajos y alta salinidad. Estos hechos indican que *S. decipiens* es una forma de aguas profundas con amplia distribución geográfica. Es por ello que esta especie puede usarse en esta región para identificar el agua profunda y, posiblemente, el grado del movimiento vertical de esa agua (por ejemplo, en los sitios de afloramiento o de oscilación térmica).

Sagitta hexaptera es cosmopolita en su distribución horizontal y bien podría caracterizarse como especie del tipo C, si no fuese por el hecho de que esta especie por lo general suele ser más abundante en profundidades intermedias. Raras veces sube a la superficie y su abundancia disminuye con la profundidad después de alcanzar un máximo a cierto nivel intermedio de la columna de agua; por ello puede usarse como un medio para identificar aguas de características y profundidades intermedias.

Sagitta minima se encontró tanto en el Agua Tropical como en el Agua de Baja California, aunque se mostró con mayor frecuencia y en mayor número en la primera. Esta especie se presenta en la parte central de la amplitud de la profundidad, la temperatura, la salinidad y el oxígeno, por lo cual puede servir, como *S. hexaptera*, para la identificación de aguas de características intermedias entre las de superficie y las de profundidades mayores.

Krohnitta subtilis estuvo presente en muestras de ambas masas de agua. Por lo general fué más abundante debajo de la termoclina, pero de vez en cuando penetraba en profundidades menores. En las estaciones del Crucero TO59-1 jamás se encontró en las muestras de superficie, pero en unas pocas estaciones del Crucero al Domo de Costa Rica alcanzó la superficie. Este último hecho puede interpretarse como una evidencia a favor de la hipótesis

según la cual la especie puede ser utilizada para seguir la penetración vertical de aguas procedentes de mayor profundidad en las capas superficiales.

Eukrobia fowleri, *E. hamata*, *S. macrocephala*, *S. maxima* y *S. planctonis* estuvieron representadas sólo por un número pequeño de ejemplares pescados en aguas relativamente profundas (a más de 200 metros). Estos datos por sí solos no permiten afirmaciones concluyentes sobre el valor de estas especies como indicadoras. Pero estas observaciones, conjuntamente con afirmaciones existentes en la literatura de que se trata de especies que viven a cierta profundidad en las latitudes templadas más bajas y en los trópicos, nos sugieren que pueden ser utilizadas para identificar aguas de origen profundo en esas regiones.

Especies del tipo C

Sagitta enflata se encontró en casi todas las muestras y en casi toda la amplitud de variación de la temperatura, la salinidad y el oxígeno. Su distribución era cosmopolita en las regiones estudiadas.

La distribución de *Sagitta pacifica* se extiende a través de los límites entre los tipos del Agua Tropical y de Baja California, siendo más común en la primera que en la segunda. La especie se encuentra desde la superficie hasta grandes profundidades (más de 1000 metros) y en casi toda la amplitud de las variables medidas. En la región enfocada en este estudio, *S. pacifica* no puede ser considerada como una especie indicadora.

Sagitta pseudoserratodentata se encontró sólo en las Estaciones 8, 10, 12, 42, 46 y 51. Esta distribución está en general de acuerdo con la indicada en la bibliografía, aunque se extiende algo más hacia el sur que lo sugerido por Bieri (1959). Como el área en que se encontró acusaba gran extensión horizontal y cada variable oceanográfica medida mostraba gran amplitud de variación, puede afirmarse que *S. pseudoserratodentata* no sirve como especie indicadora.

Sagitta bierii (n. sp. Alvariño, 1961) estuvo presente en muestras de ambas masas de agua y tolera variaciones de gran amplitud en la temperatura, la salinidad y el oxígeno. La especie, por lo menos en la región estudiada, es cosmopolita.

RESUMEN

Mediante el análisis de los datos obtenidos de las muestras de zooplancton recolectadas con redes Clarke-Bumpus ensanchadas, durante el Crucero TO59-1 realizado dentro del programa del "Tuna Oceanography Research" de la Institución Scripps y durante el Crucero al Domo de Costa Rica de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, ha sido posible demostrar que hay cierta relación entre la distribución de ciertas especies de quetognatos y las propiedades hidrográficas. Las especies individuales

pueden ser clasificadas según su utilidad potencial como especies "indicadoras."

Las especies presentadas dentro de la categoría de las del tipo A son las que pueblan sólo una masa de agua, aún cuando dentro de la misma pueden tolerar variaciones bastante amplias de las propiedades medidas, lo que haría suponer que tales especies podrían encontrarse también en otra masa de agua. El hecho de que tales especies están confinadas a una sola masa de agua las hace "indicadoras" en el sentido clásico de la palabra. *Sagitta ai*, *S. ferox*, *S. neglecta*, *S. pulchra*, *S. regularis*, *S. robusta*, *Krobnitta pacifica* y, posiblemente, *Sagitta bedoti* y *Pterosagitta draco* son las especies encontradas en este estudio que pueden ser colocadas en esta categoría.

Las especies designadas como pertenecientes al tipo B son aquellas cuya distribución está limitada posiblemente por las características medidas del ambiente, aunque no estén necesariamente asociadas con una sola masa de agua. Cierta número de especies están limitadas al agua poco profunda, a la intermedia, o a la profunda, por lo cual sirven para interpretar la profundidad relativa de la cual se obtuvo una muestra, o como una ayuda posible para la determinación de la extensión de los movimientos verticales del agua. Entre las especies de este tipo están: *Sagitta bipunctata*, *S. californica*, *S. decipiens*, *S. hexaptera*, *S. macrocephala*, *S. maxima*, *S. minima*, *S. planctonis*, *S. regularis*, *Krobnitta subtilis*, *Eukrobnia fowleri* y *E. hamata*.

El tercer grupo de especies, llamado tipo C, abarca a las cosmopolitas de la región. Estas tienen amplia distribución y tolerancia hacia las variables ambientales, por lo cual no sirven como especies indicadoras. Las especies cosmopolitas en el área del presente estudio son: *Sagitta enflata*, *S. pacifica*, *S. pseudoserratodentata* y *S. bierii*.

Cabe destacar que *Sagitta regularis* puede incluirse tanto en el tipo A como en el tipo B. Esto se debe al hecho de que la especie está limitada a los niveles superficiales del Agua Tropical solamente.

Este trabajo presenta métodos y resultados que superan algunos de los inconvenientes de los sistemas de recolección oblicua y vertical del plancton; utilizando ésto como base para nuevas investigaciones en otras regiones, se podría lograr un concepto más completo de la relación existente entre el zooplancton y su ambiente, y el uso de los indicadores biológicos podría mostrar ser un medio más satisfactorio de lo que ha sido posible en el pasado.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

Alvariño, Angeles

- 1961 Two new chaetognaths from the Pacific.
Pacific Science, Vol. XV, No. 1, pp. 67-77.

Bieri, R.

- 1957 The chaetognath fauna off Peru in 1941.
Pacific Science, Vol. 11, No. 3, pp. 255-264.
- 1959 The distribution of planktonic Chaetognatha in the Pacific and their relationship to the water masses.
Limnology and Oceanography, Vol. 4, No. 1, pp. 1-27.

Cromwell, T.

- 1958 Thermocline topography, horizontal currents and "ridging" in the Eastern Tropical Pacific.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. III, No. 3, pp. 135-152 (English), 153-164 (Spanish).

Lea, Helen E.

- 1955 The chaetognaths of western Canadian coastal waters.
J. Fish. Res. Bd. Canada, Vol. 12, No. 4, pp. 593-617.

LeBrasseur, R. J.

- 1959 *Sagitta lyra*, a biological indicator species in the subarctic waters of the eastern Pacific Ocean.
J. Fish. Res. Bd. Canada, Vol. 16, No. 6, pp. 795-805.

Paquette, R. G., E. L. Scott and P. N. Sund

- An enlarged Clarke-Bumpus plankton sampler.
Limnology and Oceanography, Vol. 6, No. 2, pp. 230-233.

Sund, P. N.

- 1959 The distribution of Chaetognatha in the Gulf of Alaska in 1954 and 1956.
J. Fish. Res. Bd. Canada, Vol. 16, No. 3, pp. 351-361.

Sund, P. N. and J. A. Renner

- 1959 The Chaetognatha of the Eastropic Expedition, with notes as to their possible value as indicators of hydrographic conditions.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. III, No. 9, pp. 395-422 (English), 423-436 (Spanish).