

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL**

Bulletin — Boletín

Vol. 11, No. 1

**MONTHLY CHARTS OF SURFACE SALINITY IN THE
EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN**

**CARTAS MENSUALES DE LA SALINIDAD DE SUPERFICIE
EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL**

by — por

Edward B. Bennett

La Jolla, California

1966

CONTENTS — INDICE
ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION.....	3
THE DATA	4
TREATMENT OF THE DATA.....	4
SEASONAL CHANGES IN THE SALINITY DISTRIBUTIONS.....	5
California Current.....	5
North Pacific high salinity cell.....	6
Mouth of Gulf of California.....	6
A salinity "saddle point".....	6
Southern Mexico coast.....	6
Central America and Panama Bight.....	6
Permanent low salinity between 5° and 15°N.....	7
Offshore equatorial belt, 5°N to 10°S.....	8
South Pacific high salinity cell.....	8
Coast of Peru.....	8
Coast of Chile.....	9
 FIGURES — FIGURAS.....	 10-33

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION.....	34
LOS DATOS.....	35
PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.....	36
CAMBIOS ESTACIONALES EN LAS DISTRIBUCIONES DE SALINIDAD.....	36
Corriente de California.....	37
Celda de alta salinidad en el Pacífico del Norte.....	37
Boca del Golfo de California.....	37
Una salinidad "saddle point".....	37
Costa del Sur de México.....	38
América Central y <i>Bight</i> de Panamá.....	38
Salinidad permanentemente baja entre los 5° y 15°N.....	38
Cinturón ecuatorial frente al litoral, 5°N a 10°S.....	39
Celda de alta salinidad en el Pacífico Sur.....	40
Costa del Perú.....	40
Costa de Chile.....	40
 LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA.....	 41
APPENDIX.....	41
List of cruises in the eastern tropical Pacific from which surface salinity data are available.	
APENDICE.....	41
Lista de los cruceros en el Pacífico oriental tropical cuyos datos sobre la salinidad de superficie son disponibles.	

MONTHLY CHARTS OF SURFACE SALINITY IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN¹

by

Edward B. Bennett

ABSTRACT

Mean monthly maps of surface salinity of the eastern Pacific Ocean were prepared using all available data. Charts were also made of the distribution by one-degree quadrangles of the number of surface salinity observations for each month.

Features of interest in the surface salinity distribution are discussed briefly, especially with reference to temporal changes.

INTRODUCTION

Although salinity *per se* has not been found to limit the distribution nor affect the abundance of adult tunas (Blackburn 1965), it is important for describing their environment. Salinity below the sea surface can be used to identify water masses because it is a conservative property of the ocean; salinity variations over an area at a given time, or over time at a given place, can be related to horizontal currents, upwelling or sinking, and horizontal or vertical mixing. At the sea surface, salinity is not conservative; there it is increased by evaporation or decreased by precipitation and, near land, by run-off of fresh water. And, it is at the sea surface that the primary water masses of the sea are formed. Therefore, intensive investigation of the distribution of surface salinity in space and time and of the factors influencing surface salinity are necessarily part of any complete study of the environment of oceanic fish.

In 1935 Schott published a chart of surface salinity in the Pacific Ocean, for northern summer, with an insert chart showing, for northern winter, the distribution of surface salinity in the Panama Bight and contiguous ocean area. During the intervening 30 years, in which there have been hundreds of oceanographic surveys and tens of thousands of observations of surface salinity, no attempt has been made to improve Schott's chart. This does not mean, however, that individuals or groups have not developed better knowledge of the distribution of salinity in space and time in portions of the Pacific Ocean of particular interest to them. Indeed, it is from such studies that indications of the magnitude of seasonal and aperiodic variations in surface salinity came. These in some parts of the ocean are large enough to pique the curiosity of the most casual observer,

¹ This work formed part of the research of the Inter-American Tropical Tuna Commission and the Institute of Marine Resources, University of California. It was supported in part by the Atomic Energy Commission under Contract No. AT(11-1)-34, Project 99.

and lead naturally to these questions: what at any given time is the oceanwide distribution of surface salinity? How is it changing? Why is it changing?

The degree to which these questions can be answered depends on the number and distribution in time and space of observations of surface salinity. The purpose of the work described here was to determine the extent to which the first of the three questions above could be answered for the eastern tropical Pacific Ocean, defined here as that ocean area bounded by 30°N and 40°S, and by 140°W and the west coast of the Americas.

THE DATA

All available surface salinity data were collected for the area between 35°N and 45°S, east of 150°W. The task of gathering together these materials was made easier by the assistance given by Dr. M. B. Schaefer, Dr. M. Blackburn, and Mr. J. L. Reid, all of Scripps Institution of Oceanography, and this help is gratefully acknowledged. In addition, the author is indebted to Dr. H. Nakamura, former director, and the staff of Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, Japan, for supplying promptly on request about 1000 observations of surface salinity obtained from several Japanese vessels which were in the area during the period 1956-63.

The available data are 25,000 published and unpublished observations made from vessels, together with additional time-series from 40 island and continental stations. A list of the cruises from which data were used is given in the Appendix. The list does not include the data from the coastal region along Baja California which has been collected since 1949 by the California Cooperative Fisheries Investigations (CalCOFI) program; for that area the set of monthly mean maps of surface salinity which were derived from these data for a 10-year period (CalCOFI 1963) was used. The collection of data from vessels is considered to be essentially complete through mid-1962; the surface salinities from later dates were those readily available through late 1964. Data from shore stations are those published by U. S. Department of Commerce (1962) and are complete through 1960.

TREATMENT OF THE DATA

The data were summarized by hand for each month and one-degree quadrangle of latitude and longitude, and the average salinity was determined.

Editing of the data was necessary for two reasons. In the first place, some of the observations were obviously erroneous, and had to be discarded. The second reason was physical. From the many studies made

during the last International Geophysical Year (1957-58) came a large body of surface salinity data. However, at that time an El Niño condition existed in the Pacific Ocean and the distribution of surface salinity was anomalous, especially near the coast of the Americas, and in the early part of 1958. Since the purpose of this work was to determine the surface salinity distribution under "usual" conditions, these IGY data were not used in the development of the monthly maps presented here. In the same way, only three (Galápagos Islands; Naos Island, Canal Zone; and San José, Guatemala) of the forty time-series records of salinity from fixed stations were used; at all the other stations the records were not representative of contiguous oceanic conditions.

Figures 1a-12a show by month and one-degree quadrangles the numbers of surface salinity observations used for this study. Figures 1b-12b are the twelve monthly charts of surface salinity derived from these data. Isohalines in the charts are the heavy lines in regions where data exist, and the broken lines where there are no data but where interpolation or extrapolation (in both time and space) could be attempted. The thin lines in the charts delimit those areas in which there are data.

SEASONAL CHANGES IN THE SALINITY DISTRIBUTIONS

In any of the maps based on data sufficient enough to elucidate all the major features of the salinity distribution, three regions of relatively high salinity and three of low salinity are discernible. Salinity is high at the northwest corner of the region, in the Gulf of California, and, in particular, in the south at 20°S. Low salinity areas occur adjacent to the continents at the north and south of the map area, and in an essentially zonal band at 10°N. This is, of course, entirely in accord with Schott's map. In addition, relatively higher salinity in the region of the Panama Bight early in the year is also consistent with Schott's findings. The contribution that the monthly maps make, apart from showing those areas requiring observational work, is an indication in most of the chart area of the annual changes which occur. Within limits set by the availability of data, these are discussed in detail in what follows by geographic areas.

California Current

The California Current region, here taken to be the area extending seaward of Baja California for about 1000 km, is one of relatively little annual change in salinity. At 30°N, 120°W, salinity is slightly less than 33.5‰ and nearly constant from November through July, and is above 33.5‰ during August, September (maximum) and October. The most pronounced changes occur at the coast. The 34‰ isohaline meets the coast at varying latitudes, being farthest north in January at Punta Eugenia (28°N) and farthest south in July at Cape San Lazaro (25°N).

North Pacific high salinity cell

Offshore of the California Current region, in the northwest corner of the map area, the eastern end of the permanent cell of high salinity of the North Pacific Ocean occurs in each month, as indicated by the 35‰ isohaline. There is little east-west movement of the cell, but it does move meridionally. The northernmost position is attained in September, while the southernmost position occurs sometime in the data-less period March through May.

Mouth of Gulf of California

At the entrance to the Gulf of California salinity is relatively high, above 34.5‰, and undergoes little change. Water of this salinity extends farthest offshore and southeastwardly in April and May, and farthest northward along the west coast of Baja California in November. Within the Gulf the salinity is higher. The western end of the 35‰ isohaline is always at Cape San Lucas, while the eastern end is usually farther north on the coast of mainland Mexico. An exception to this is in June, and, if more data were available from the region, a more definite picture of seasonal changes there would result.

A salinity "saddle point"

At about 20°N, 115°W salinity is a zonal minimum, being less than that associated with the high salinity cell to the west and that of the Gulf of California to the east. This is at the same time a meridional maximum, for it is higher than salinity in the California Current region to the north, and in the permanent low salinity area to the south. The essentially invariant salinity of this "saddle point" is about 34.3‰; it is found farthest south at 16°N in June, and farthest north at 22°N in August.

Southern Mexican coast

Along the southern Mexican coast (20°-14°N) salinity is highest in April and May, when it is more than 34‰ and lowest in September and December when it is close to 33.5‰. Little more can be said for this area because of the meager amount of data.

Central America and Panama Bight

The area of the Panama Bight and lower Central America is a region of very low salinities during the last few months of any year. The extreme condition is represented in the November map in which salinity of 24‰ and less occurs in the Panama Bight. Salinity less than 33‰ extends northwestward as far as the east side of the Gulf of Tehuantepec (14°N), and southward along the coast of Colombia and Ecuador to 1°S. The opposite extreme occurs in March and April when salinity is above 33‰ in Panama

Bight and above 34‰ along the northern Central American and Ecuadorian coasts. At this time low salinity water (as low as 31.3‰) is found in an extensive, nearly isolated cell centered near Cocos Island at 5°N , 86°W .

The origin of the Cocos Island low salinity cell appears from these maps to be due to an offshore movement of low salinity water from the Panama Bight, beginning in December and ending essentially in February. Thereafter, minimum salinity in the cell increases slowly from 30.8‰ in March to 31.9‰ in May, after which lack of data in June, July and August precludes description. Whether or not the cell of low salinity (less than 33.0‰) at 10°N , 96°W in the September map, and that at 100°W in the October map, are relics of the Cocos Island low cannot be determined until more data are available.

Permanent low salinity between 5° and 15°N

Offshore from southern Mexico and Central America, between 5° and 15°N and out past the end of the maps at 140°W , salinity is generally a meridional minimum. Some rather dramatic changes occur, however, through the course of a year. This can be seen by a month-to-month examination of the maps, beginning with the October distribution which represents one extreme. At that time the low salinity water, arbitrarily defined here for the purpose of discussion as that of salinity less than 34‰ , occurs all the way across the map, centered at 10°N . Within this tongue is another narrow one of salinity less than 33.5‰ extending westward from 110° to 132°W . From then through January the 34‰ isohalines do not move much, except for a slight northward shift. The 33.5‰ isohaline withdraws slightly eastward, and is split by penetration of a tongue of relatively highly saline water which first appears in the November map south of the Gulf of Tehuantepec. By January the splitting isolates a cell of water of less than 33.5‰ centered at about 15°N , 110°W ; this splitting process continues through February when the 34‰ isohaline suffers the same fate, with the result that two low salinity areas exist. This double nature is maintained through May, so that March or April is the extreme opposite that of October. In May the two low salinity areas are merged within the 34‰ isohaline, although the identity of each is maintained. Again, lack of data in June, July and August precludes a detailed description of events east of about 110°W . In the western part of the maps, however, the data show that the end of the low salinity tongue, at 6°N , 129°W in May, moves to 133°W in June and westward off the map area at 8°N in July. This progression toward the October extreme is interrupted by a marked eastward withdrawal of the low salinity isohaline in August and September. Thus the rapidity with which the low extreme is established only one month later is quite remarkable.

Offshore equatorial belt, 5°N to 10°S

South of the essentially permanent band of low salinity in the northern hemisphere, salinity in general increases relatively slowly to a meridional maximum at 15° to 20°S. During the period August-October the southward increase is interrupted at about 5°N, between 140° and 110°W. With salinity increasing to the west at all latitudes, the isohaline pattern shows a high salinity tongue along 5° with a western source, and a low salinity tongue along 2°-3°N with an eastern source. In November-February there is a similar pattern but the highest salinities are in a tongue which extends northward across the equator at 125°W. During January, July, August and October there are patches of high salinity (more than 35.5‰) between 5° and 8°S, west of 110°W, or about 300 to 500 km north of the permanent 35.5‰ isohaline. In the same area salinity is less than 35‰ in the March-June period in what appears to be a low salinity tongue, with eastern source. Between 110° and 85°W, south of the equator, there are insufficient data to determine what the seasonal change is.

South Pacific high salinity cell

From 10°S to about 20°S, and from the west coast of South America to about 125°W, salinity always increases, attaining values of 36.5‰ or more in the middle of the South Pacific high salinity cell. Because of the large zonal extent of this cell, it appears in the monthly maps to be a high salinity tongue, open to the west. Highest observed salinity within the tongue is 36.8‰, measured in June and July. Undoubtedly this important feature of the surface salinity distribution changes in size and position seasonally, but the existing data are too few on which to base a determination of this.

Coast of Peru

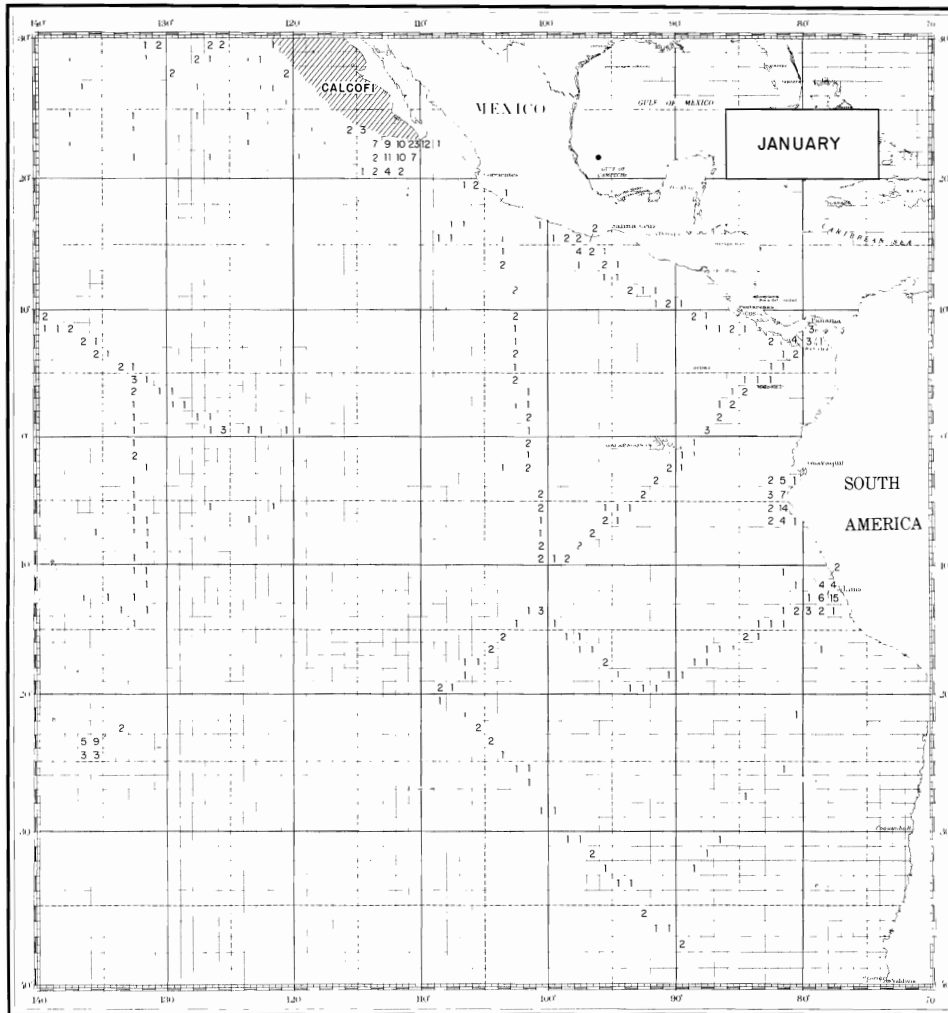
At 4°S, near the north boundary of Peru, the southern part of a salinity front intersects the coast. Salinity there is about 34.5‰ throughout the year. North of the front the very low salinities of the Panama Bight area are found while south of it salinity is higher, sometimes exceeding 35‰ along the coast. In spite of the scarcity of data from this region it is clear that there is more meridional movement of the front 150 km offshore than at the coast. One extreme is represented by conditions in January and February, when a low salinity tongue of northern origin lies offshore. What the other extreme is cannot be determined; it can only be noted that conditions in, for example, August are much different than those in the January-February period.

Depending on the time of the year salinity can be more than 35‰ along the coast as far as about 16°S. This last situation occurs in June when

the salinity is above 35‰ between 5° and 16°S, and when perhaps it is nearly 35.5‰ at the coast at 10°S, as it is there in July. Along the coast south of 16°S salinity never exceeds 35‰ in spite of the existence through most of the year of a high salinity tongue of western origin which nearly touches the coast at 18°-20°S.

Coast of Chile

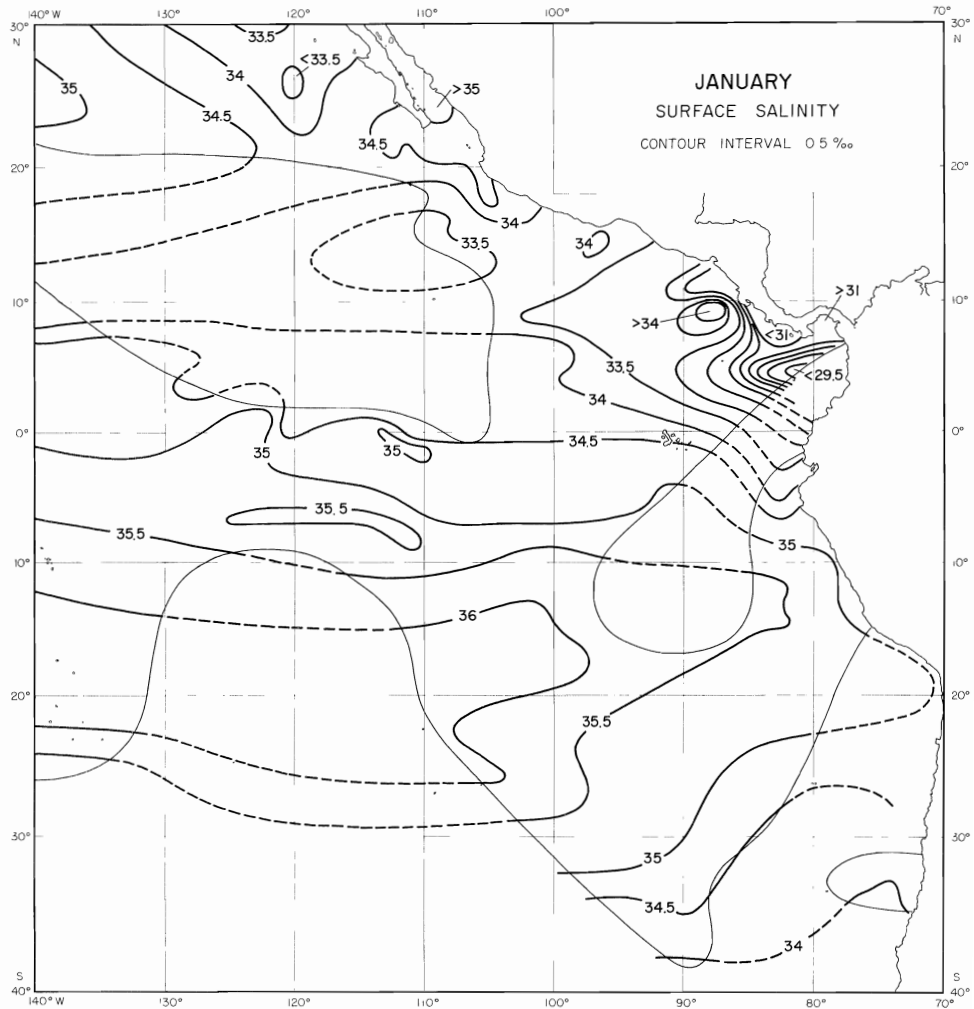
The available data indicate that surface salinity decreases southward along the coast of Chile, from values near 35‰ at the north to less than 34‰ at 40°S. The 34‰ isohaline usually forms a low salinity tongue parallel to the coast with axis about 200 km offshore, and in this respect the salinity distribution offshore of southern Chile is similar to that off Baja California.



FIGURES — FIGURAS

FIGURES 1a - 12a Monthly distribution of surface salinity observations by one-degree quadrangles in the eastern Pacific Ocean. In the hatched area labelled CALCOFI in Figures 1-10, the monthly mean salinity distribution for 1949-1959, determined by the California Cooperative Fisheries Investigation, was used.

FIGURAS 1a - 12a Distribución mensual de las observaciones de la salinidad de superficie por cuadrángulos de un grado en el Océano Pacífico oriental. En el área rayada marcada CALCOFI en las Figuras 1-10, fue empleada la distribución de la salinidad media mensual de 1949-1959, determinada por el California Cooperative Fisheries Investigation.



FIGURES — FIGURAS

FIGURES 1b - 12b Monthly surface salinity of the eastern Pacific Ocean. Salinities observed in the cross-hatched area in Figure 11b are between 24 and 31‰.

FIGURAS 1b - 12b Salinidades mensuales de la superficie del Océano Pacífico oriental. Las salinidades observadas en el área rayada en la Figura 11b, están entre 24 y 31‰.

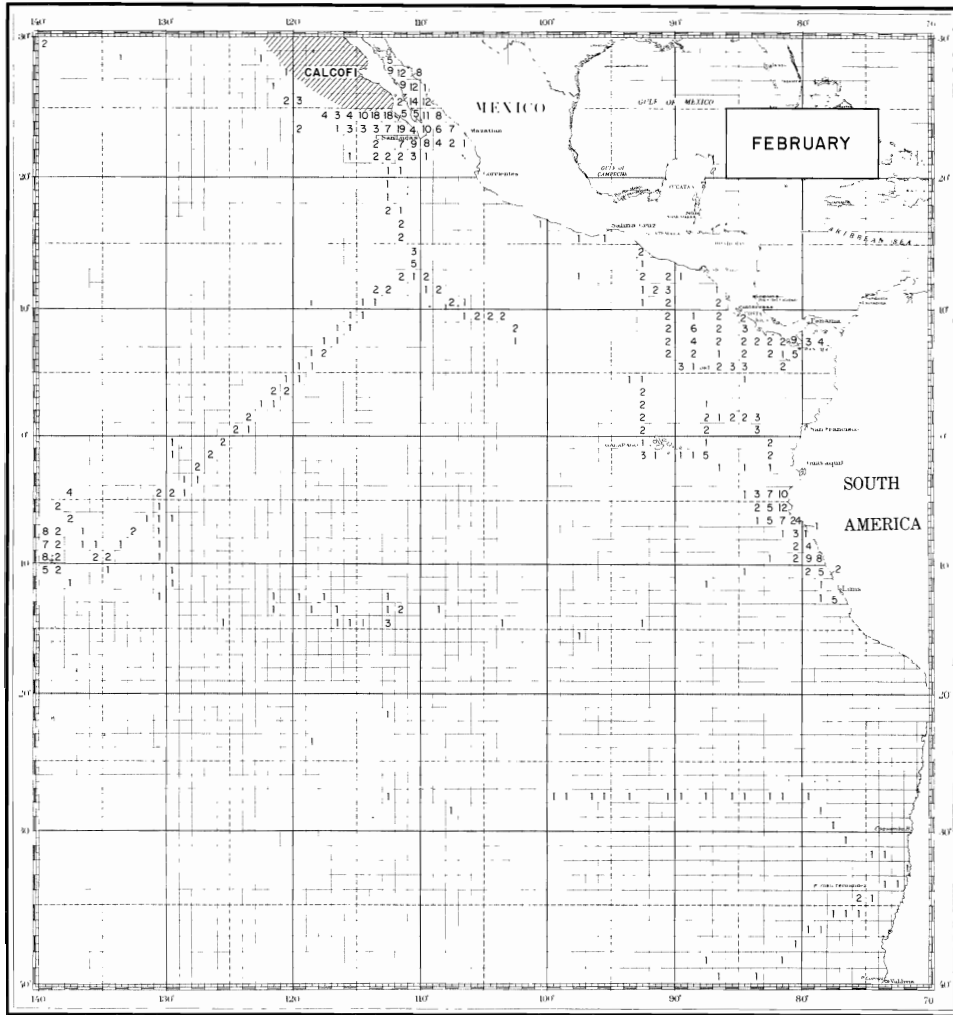


Figure 2a — Figura 2a

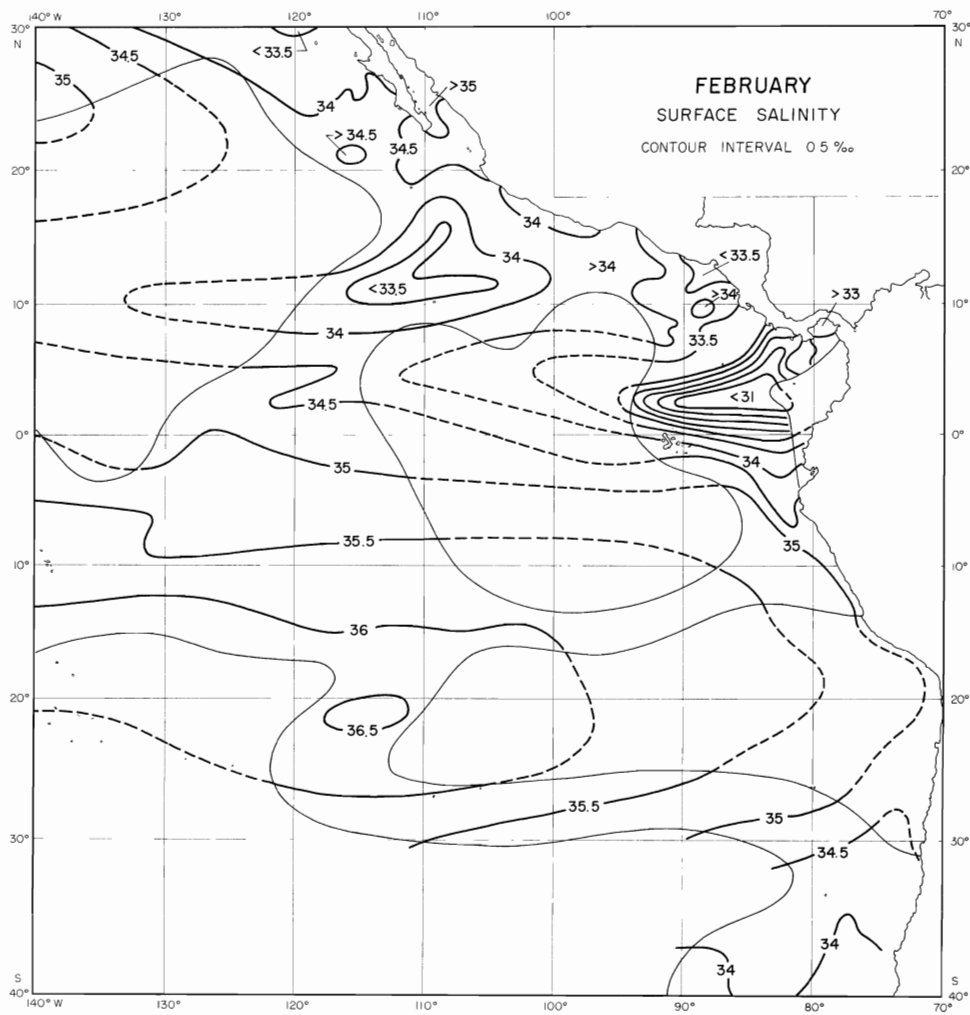


Figure 2b — Figura 2b

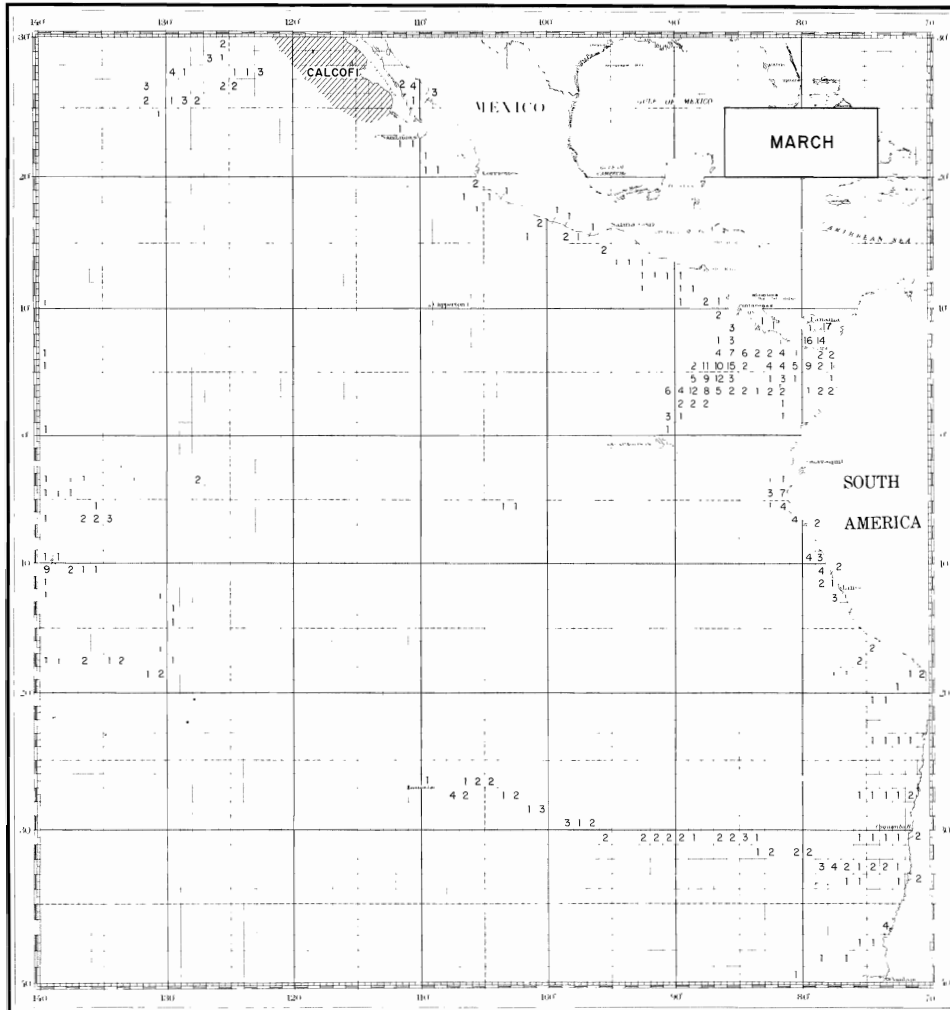


Figure 3a — Figura 3a

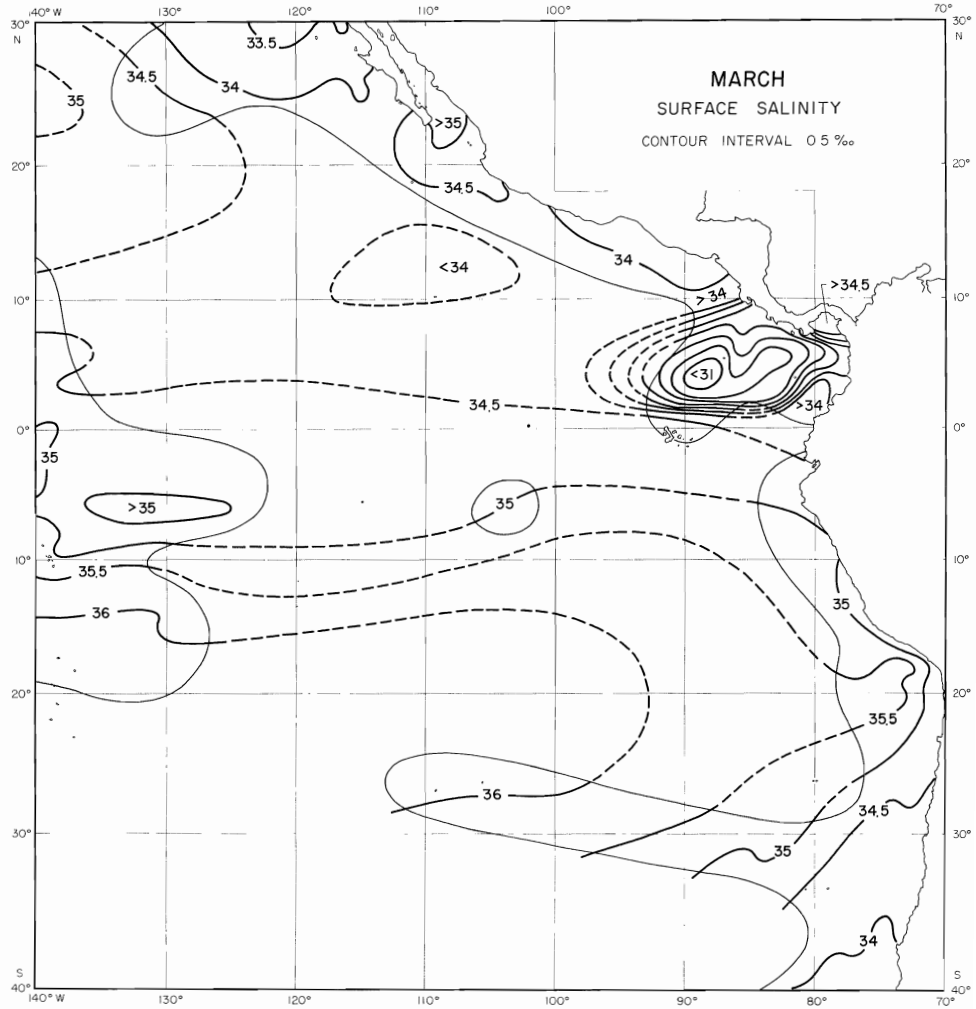


Figure 3b — Figura 3b

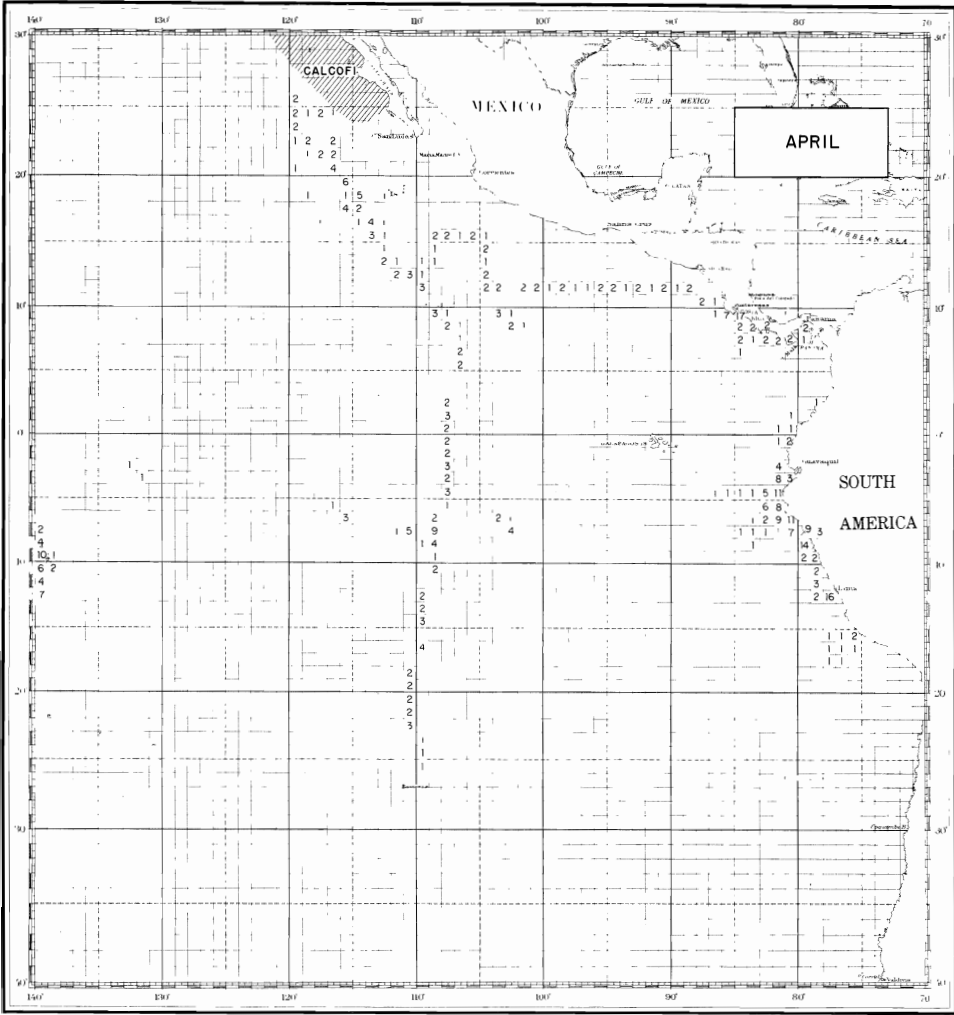


Figure 4a — Figura 4a

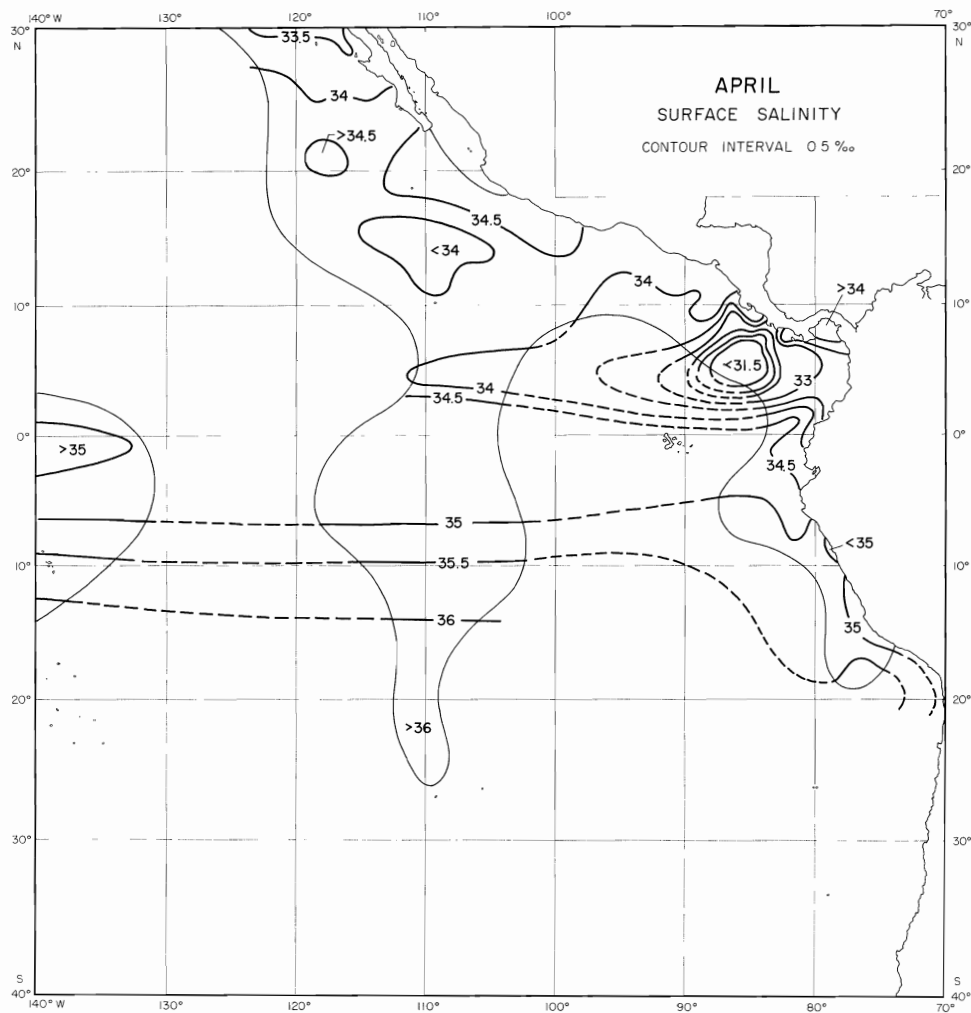


Figure 4b — Figura 4b

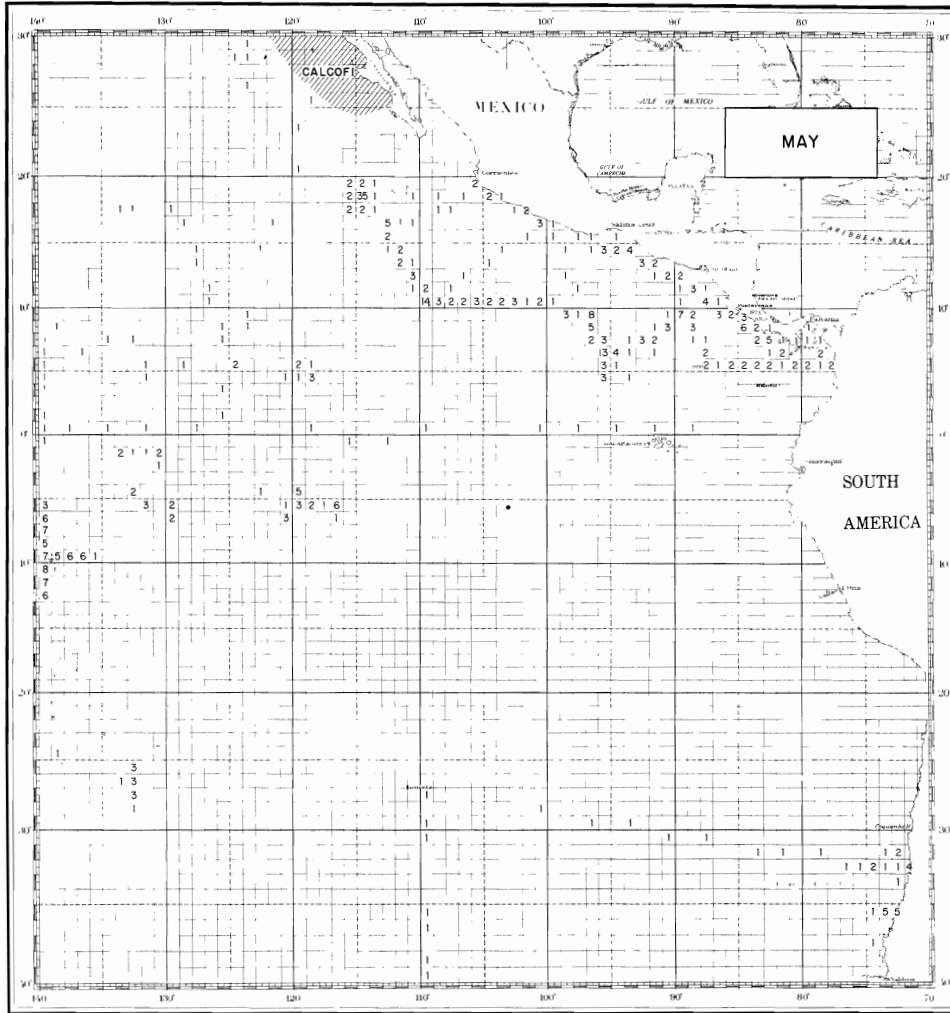


Figure 5a — Figura 5a

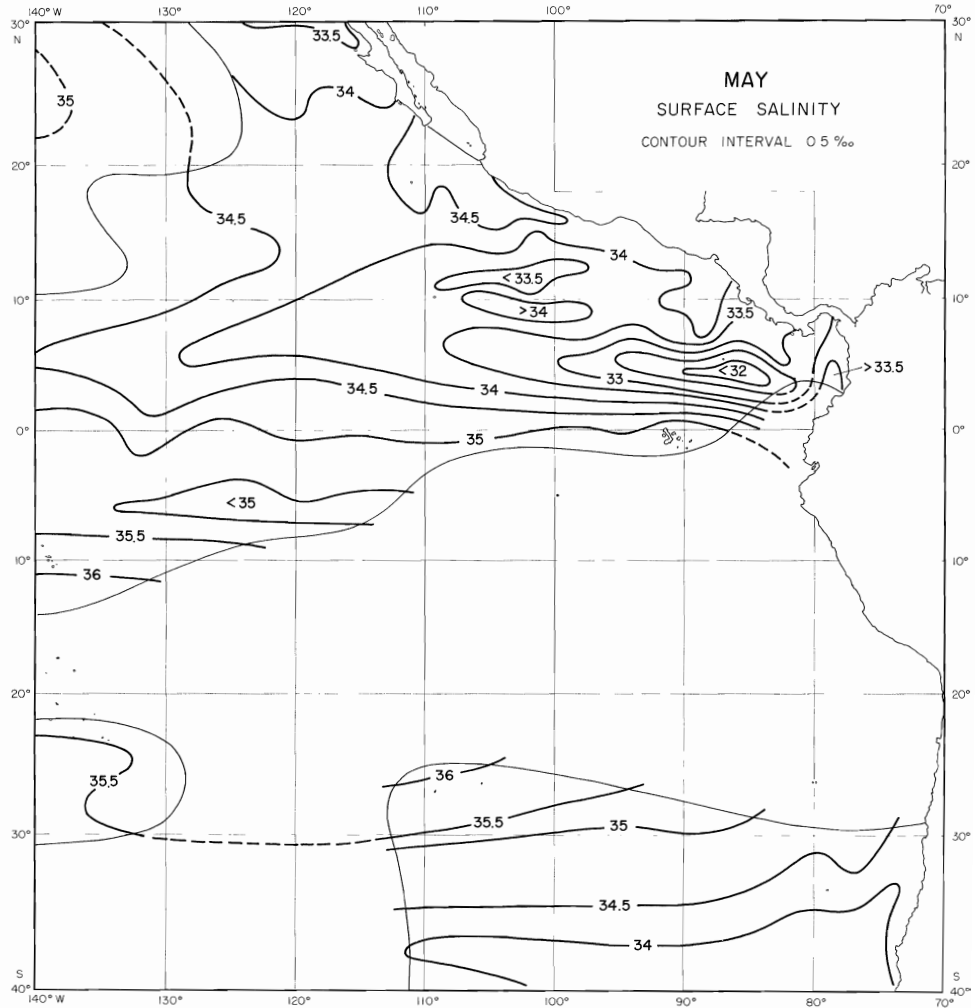


Figure 5b — Figura 5b

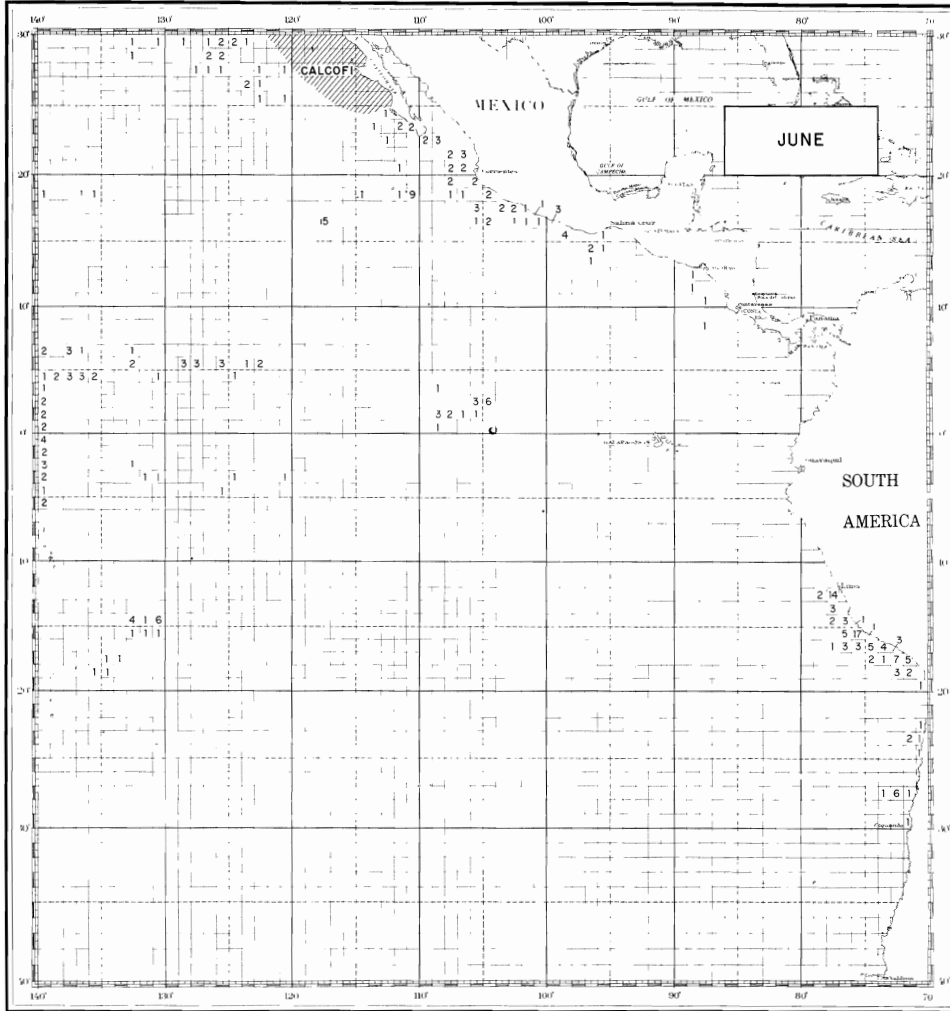


Figure 6a — Figura 6a

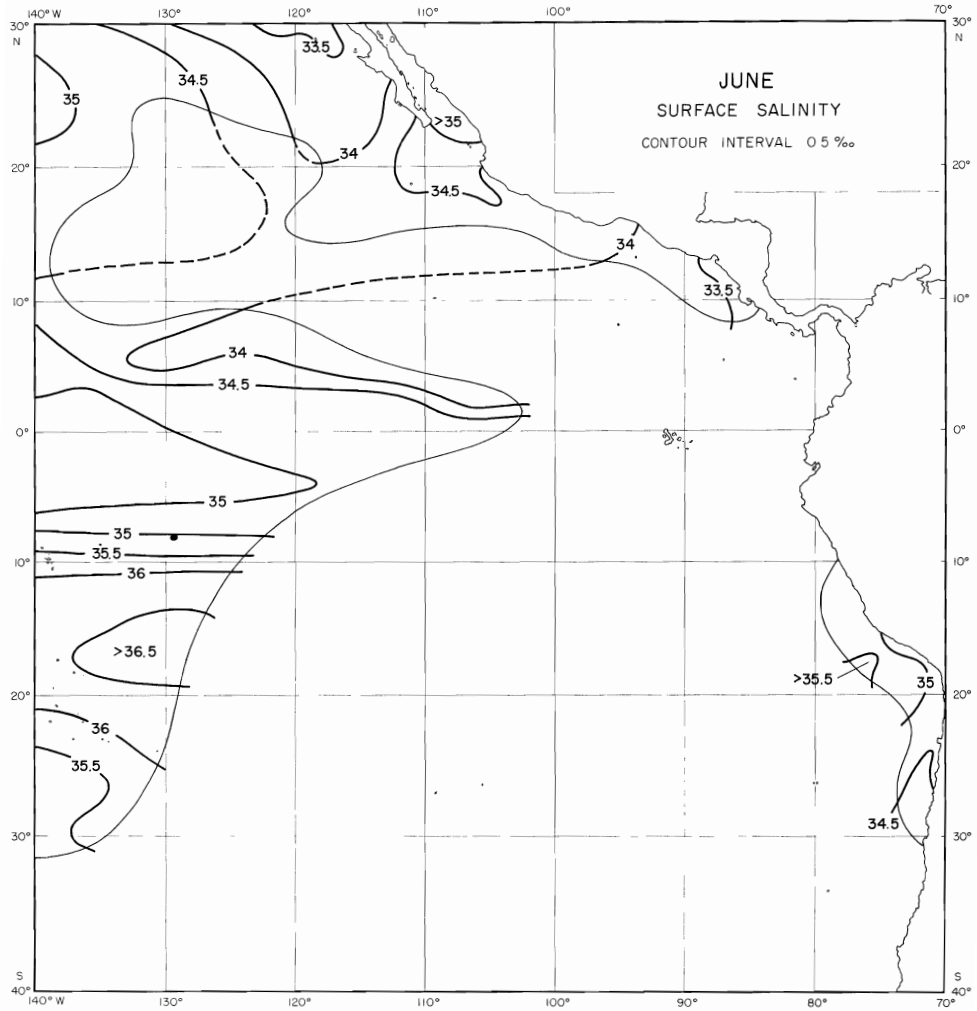


Figure 6b — Figura 6b

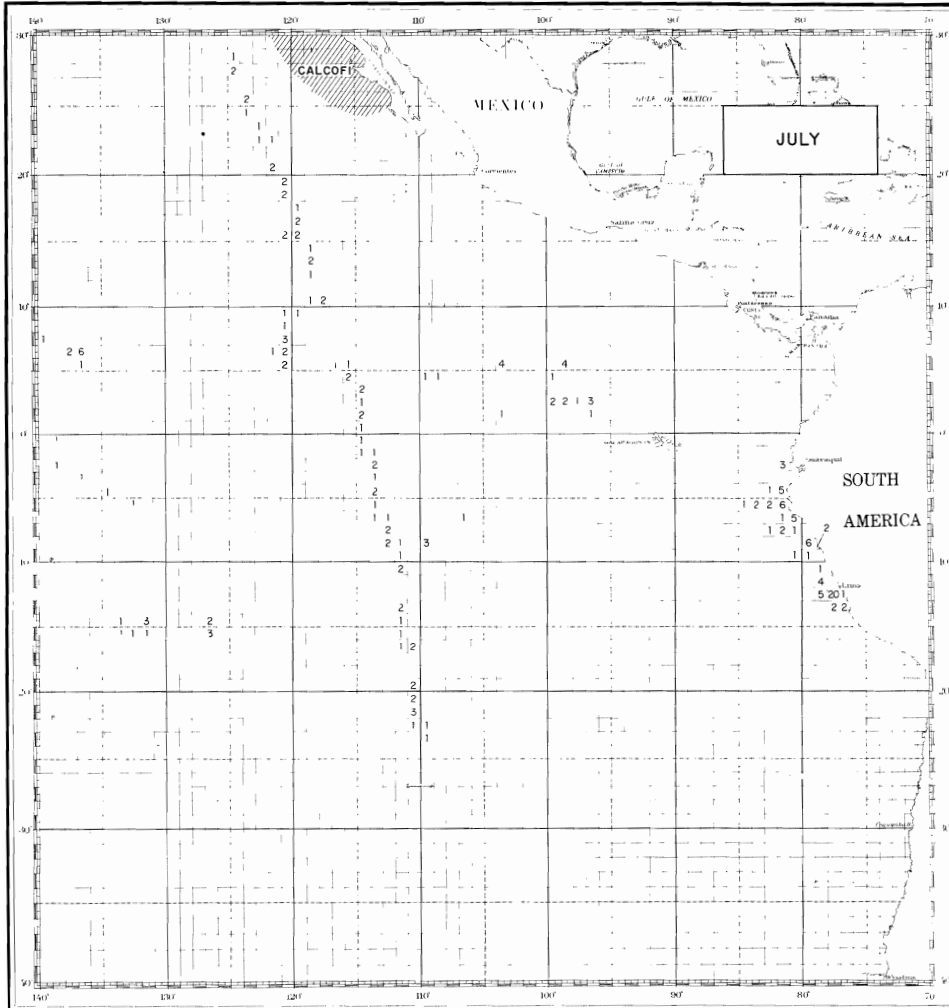


Figure 7a — Figura 7a

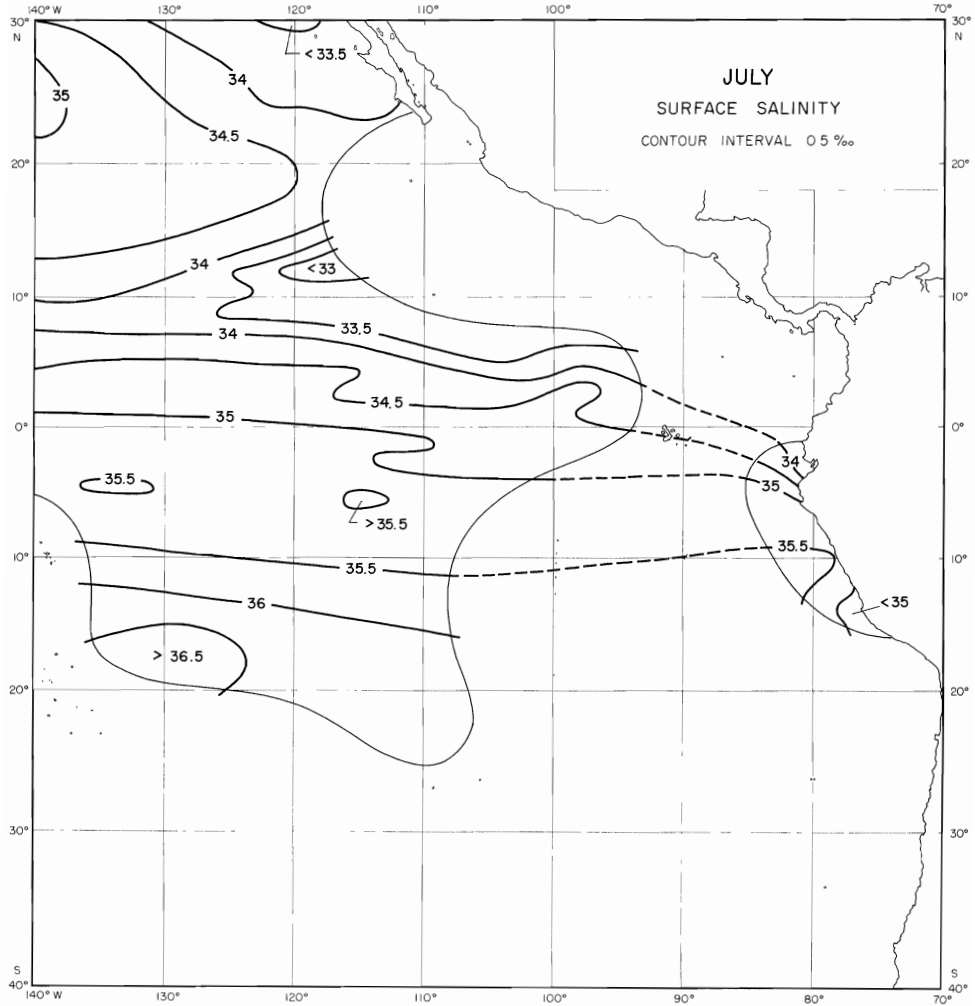


Figure 7b — Figura 7b

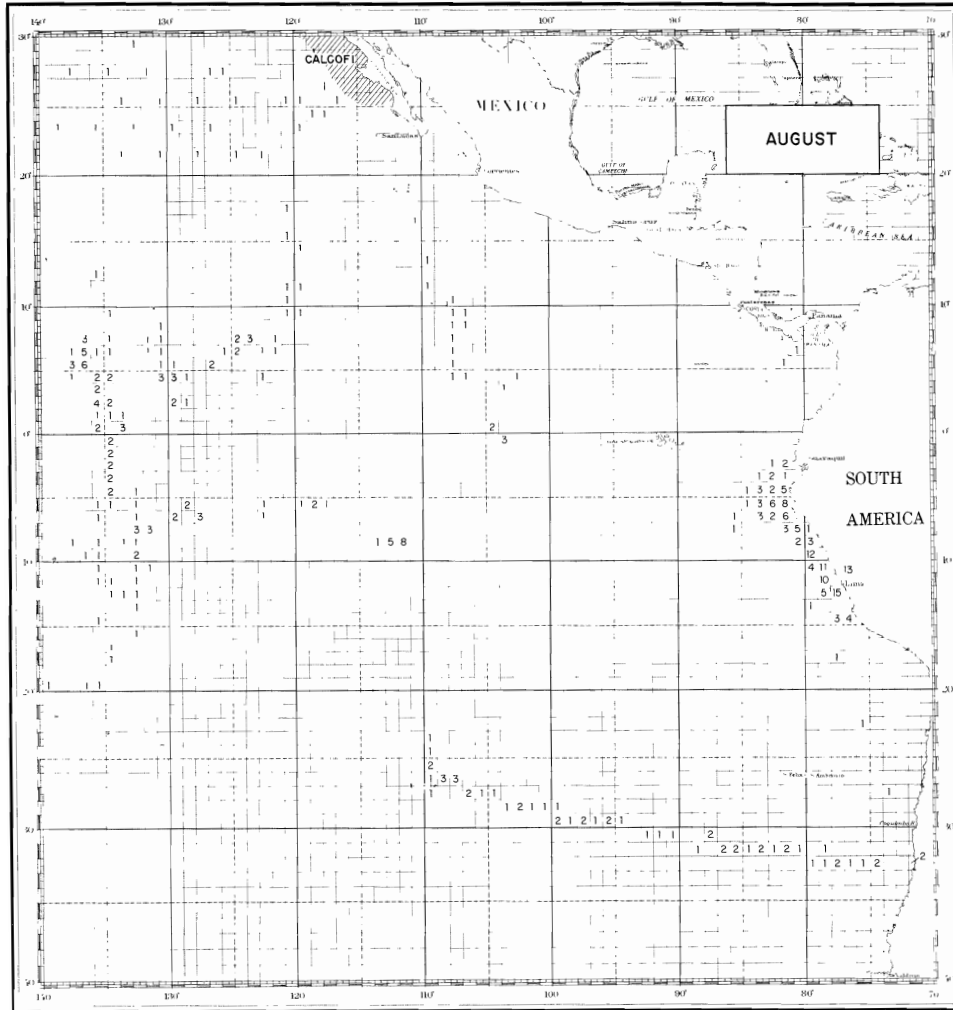


Figure 8a — Figura 8a

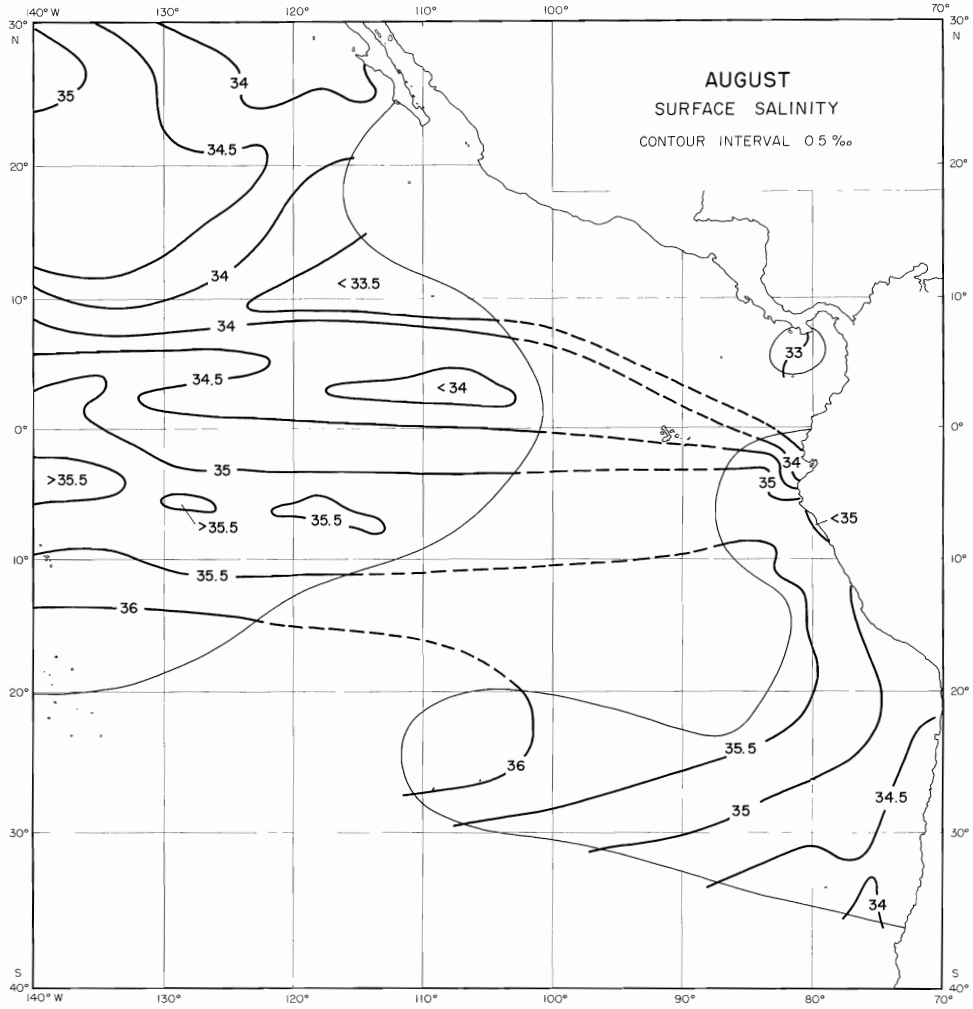


Figure 8b — Figura 8b

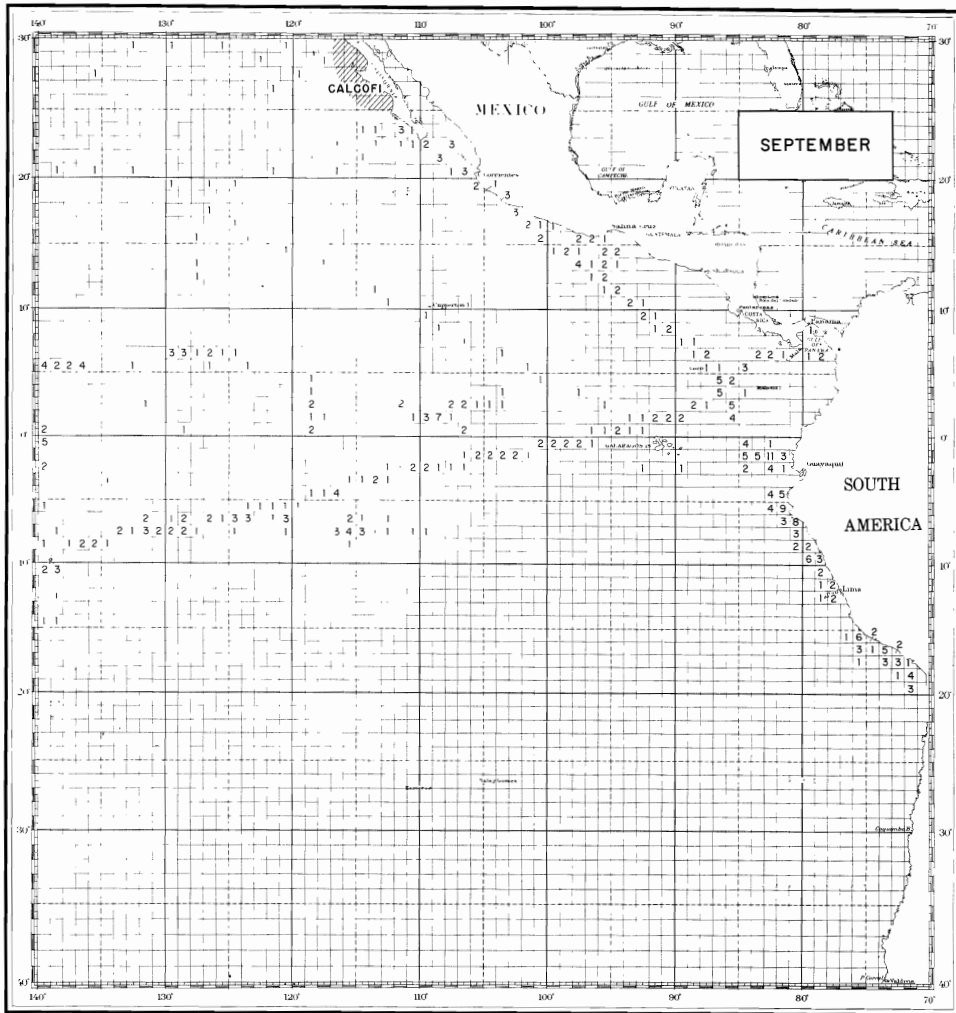


Figure 9a — Figura 9a

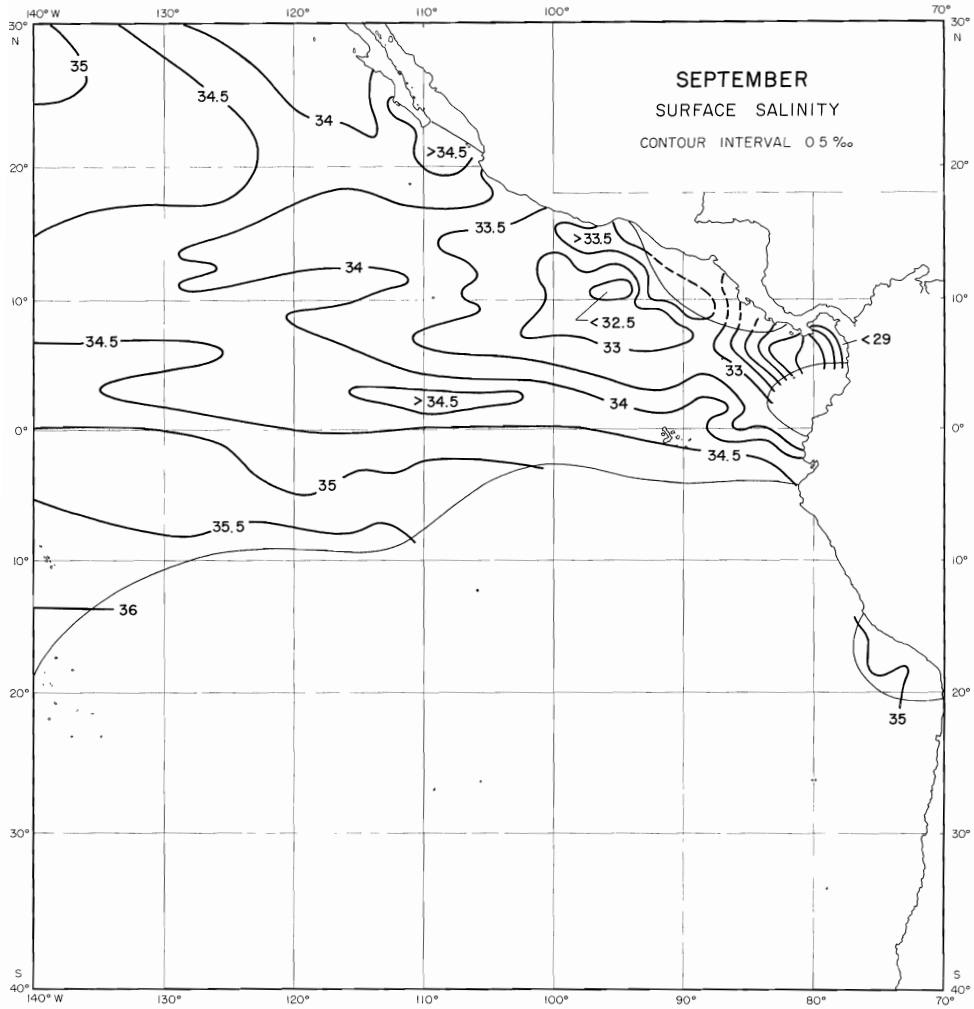


Figure 9b — Figura 9b

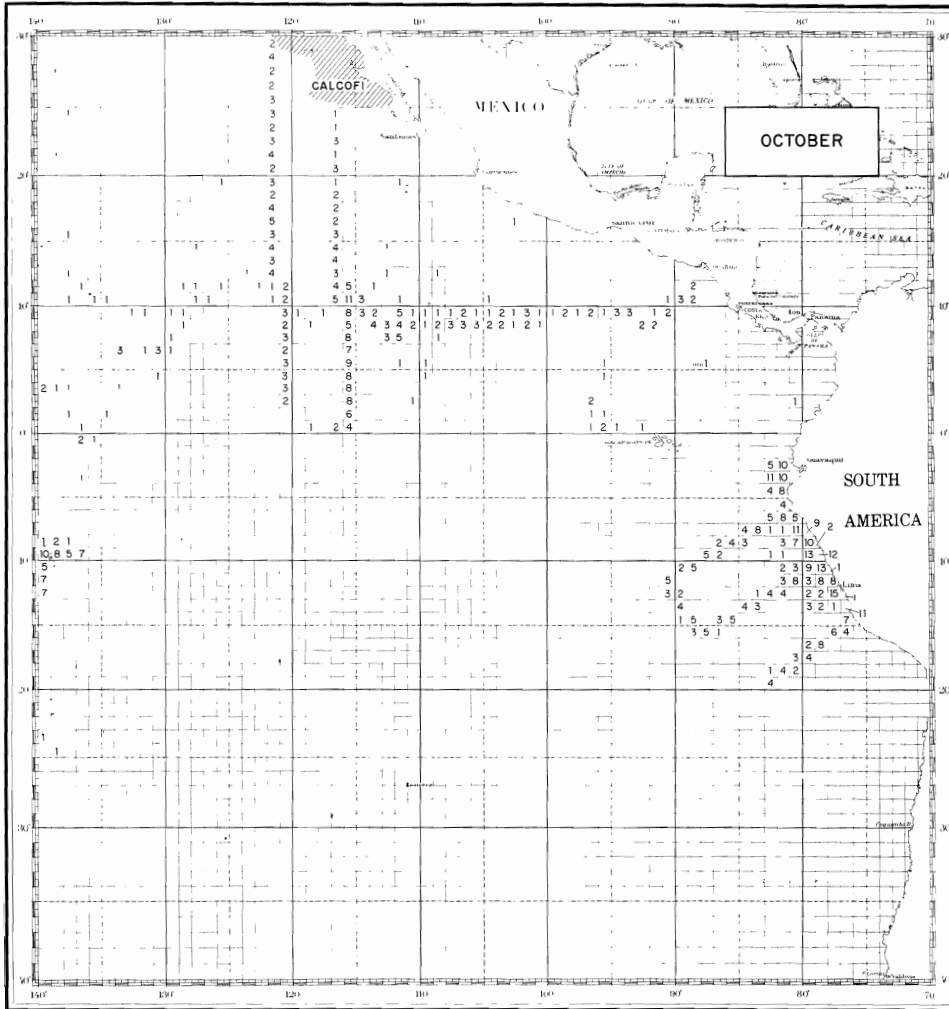


Figure 10a — Figura 10a

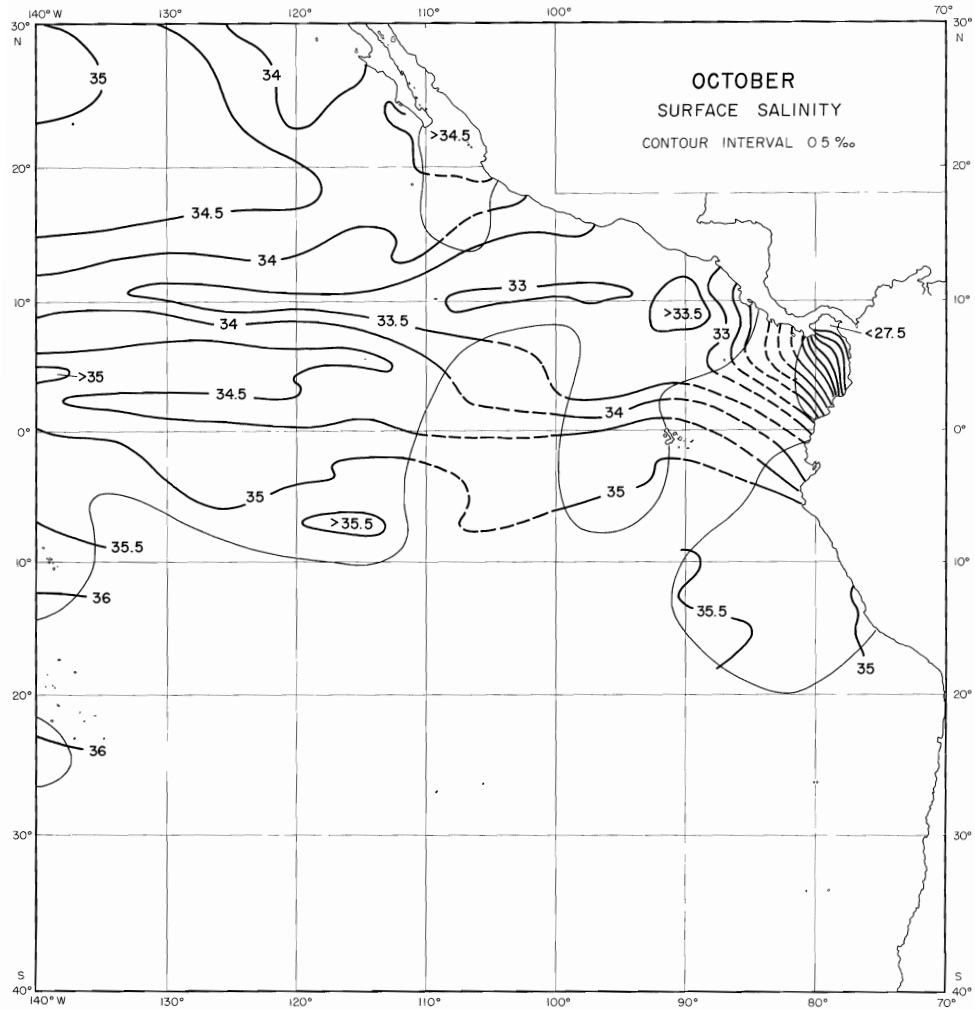


Figure 10b — Figura 10b

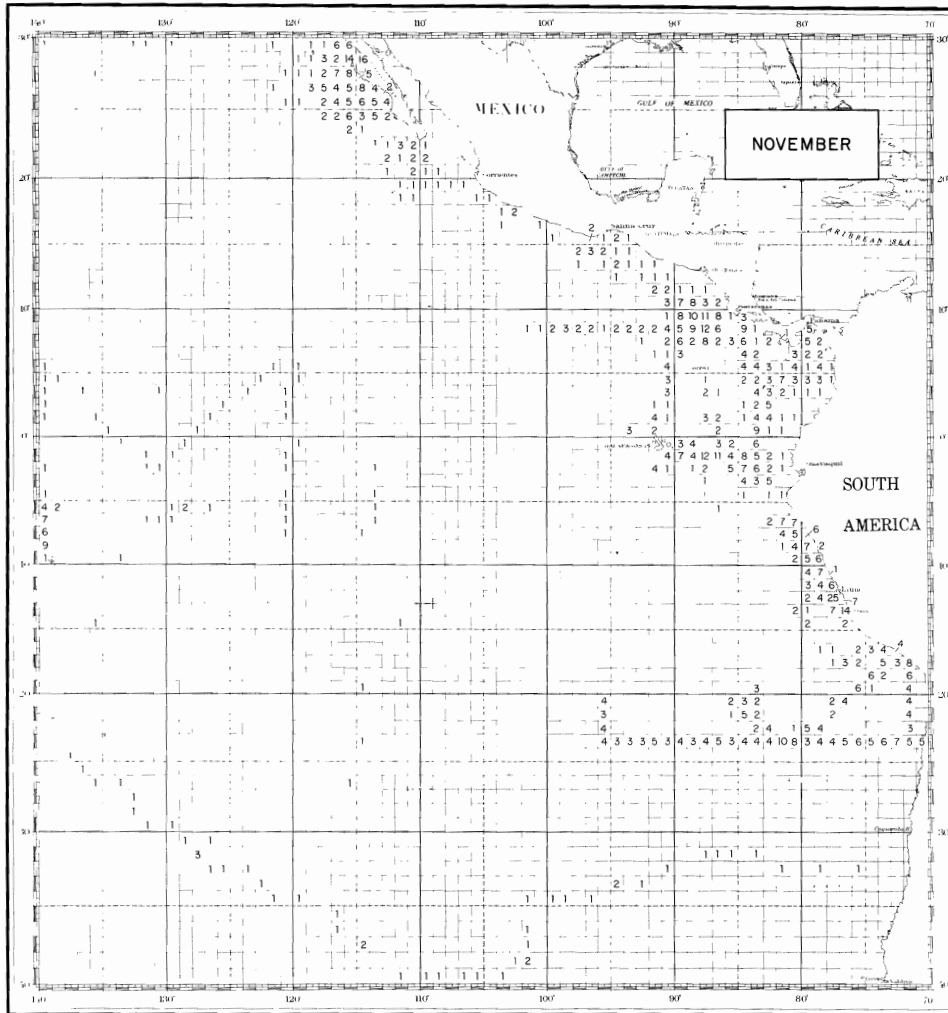


Figure 11a — Figura 11a

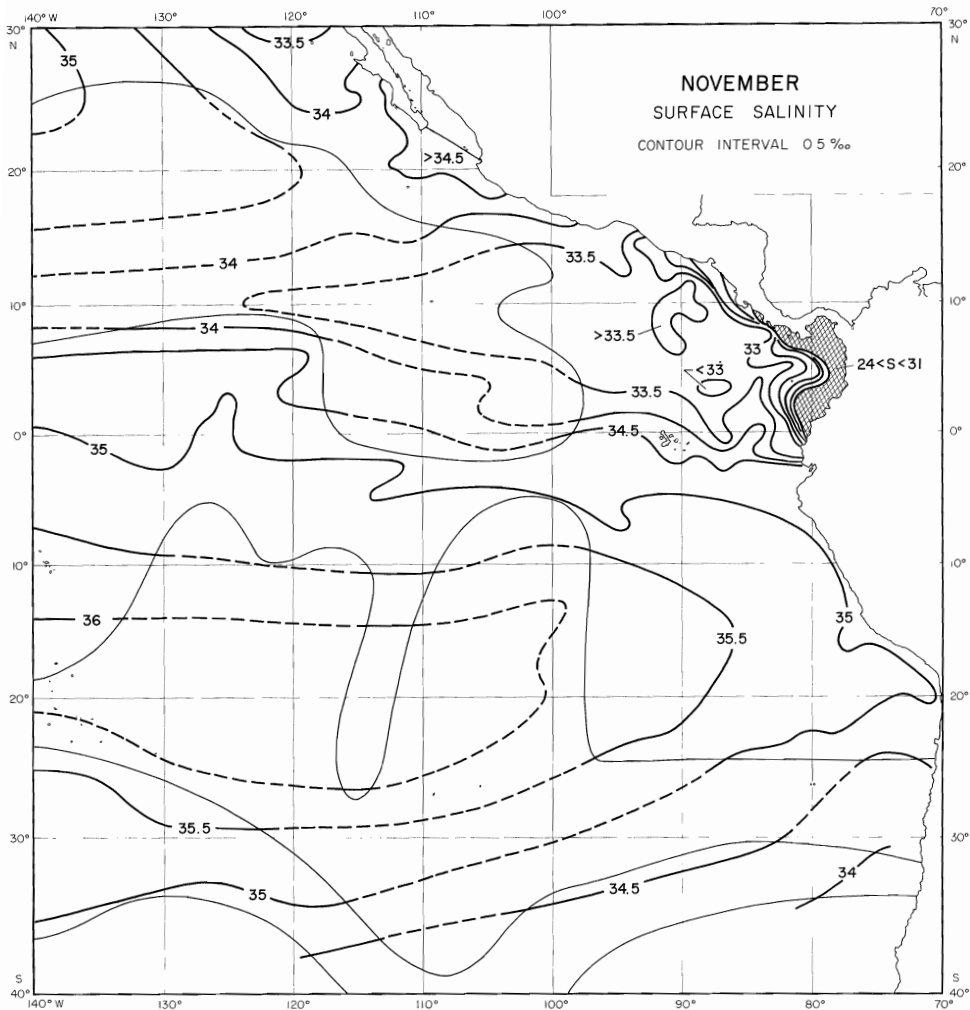


Figure 11b — Figura 11b

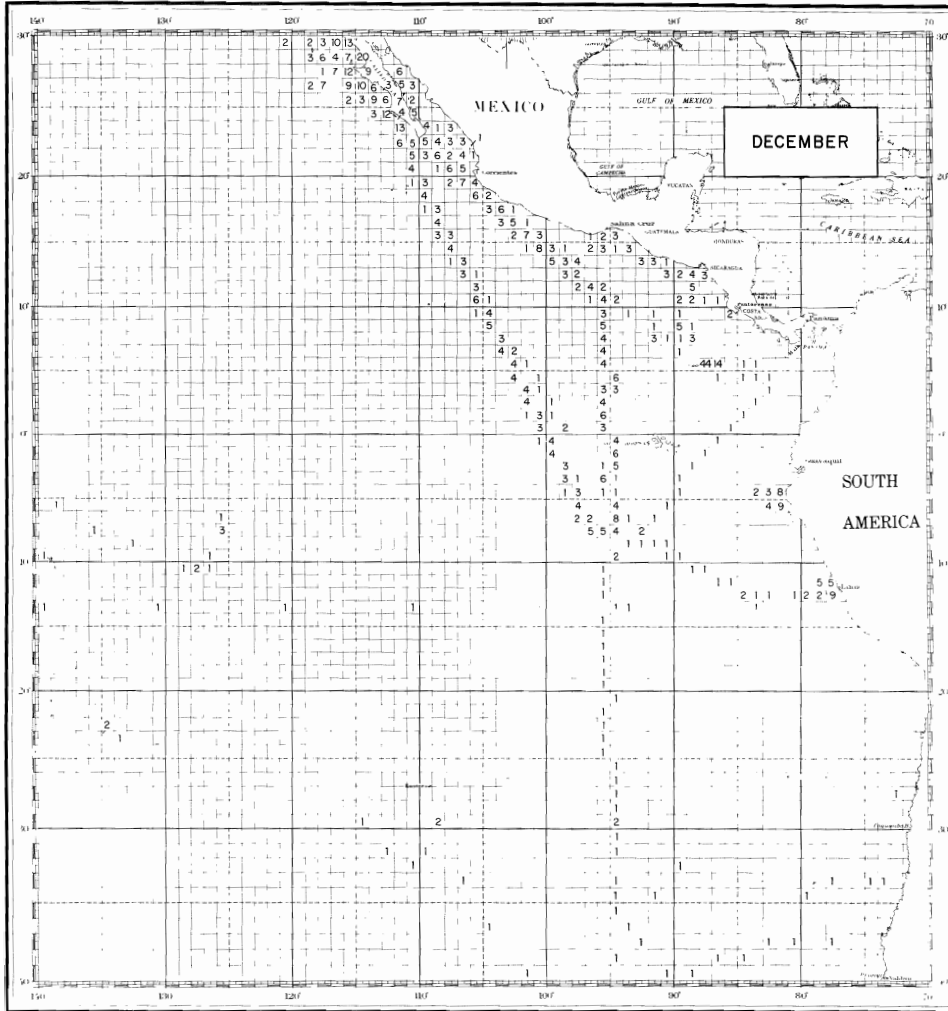


Figure 12a — Figura 12a

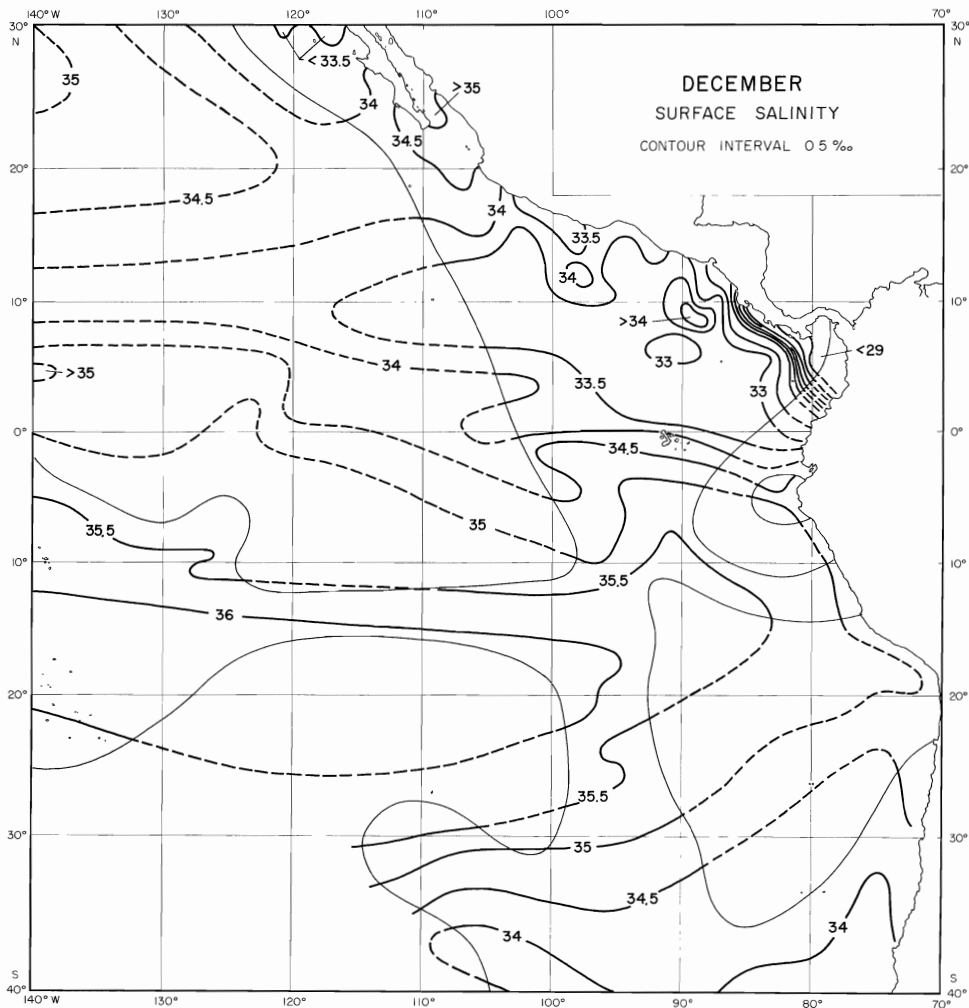


Figure 12b — Figura 12b

CARTAS MENSUALES DE LA SALINIDAD DE SUPERFICIE EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL¹

por

Edward B. Bennett

EXTRACTO

Se prepararon mapas mensuales sobre la salinidad media de superficie del Océano Pacífico oriental tropical, usando todos los datos disponibles. También se ejecutaron cartas por cuadrángulos de un grado, según el número de las observaciones mensuales de la distribución de la salinidad superficial.

Las características de interés de las distribuciones de la salinidad superficial se discuten brevemente, especialmente con referencia a los cambios estacionales.

INTRODUCCION

A pesar de que la salinidad *per se* no se ha encontrado que limite la distribución ni que afecte la abundancia de los atunes adultos (Blackburn 1965), tiene importancia en la descripción ambiental. La salinidad bajo la superficie del mar puede emplearse para identificar las masas de agua, porque es una propiedad conservativa del océano; las variaciones de la salinidad en un área a un momento dado o durante el transcurso del tiempo en un lugar fijo, pueden relacionarse con corrientes horizontales, afloramiento o hundimiento, y con mezcla horizontal o vertical. En la superficie del mar, la salinidad no es una propiedad conservativa; aquí se aumenta por evaporación o disminuye por precipitación y, cerca a tierra, a causa de las aguas fluviales. Es en la superficie del mar que las masas primarias de agua se forman. Por lo tanto, una intensa investigación sobre la distribución de la salinidad superficial en espacio y en tiempo, y de los factores que influyen en la salinidad superficial, son una parte necesaria de cualquier estudio completo que se quiera efectuar sobre el ambiente de los peces oceánicos.

En 1935 Schott publicó en relación al verano del norte, una carta de salinidad de superficie en el Océano Pacífico, con inserción de una carta indicando la distribución para el invierno del norte de la salinidad superficial en el *Bight*² de Panamá y el área oceánica adyacente. Durante el intermedio de los 30 años en los que han habido cientos de reconocimientos oceanográficos y decenas de miles de observaciones de la salinidad super-

¹ Este trabajo forma parte de la investigación de la Comisión Interamericana del Atún Tropical y del Institute of Marine Resources, Universidad de California. En parte fue apoyado por la Atomic Energy Commission bajo el Contrato No. AT(11-1)-34, Proyecto 99.

² La región del *Bight* de Panamá se define como el área del Océano Pacífico al norte del ecuador y al este de los 81° W de latitud. Como aparentemente no hay una palabra equivalente exacta en el idioma español, se seguirá usando la palabra *Bight* al referirse a esta área en esta publicación.

ficial, no se ha hecho ningún esfuerzo para perfeccionar la carta de Schott. Sin embargo, esto no significa que tanto personas individuales como grupos, no hayan desarrollado un mayor conocimiento sobre la distribución de la salinidad en el espacio y en el tiempo en regiones del Océano Pacífico de especial interés para ellos. Realmente, es de tales estudios que han venido las indicaciones de la magnitud en las variaciones estacionales e irregulares de la salinidad superficial. Estas en algunas partes del océano son bastante grandes como para provocar la curiosidad del observador más casual, y naturalmente conduce a estas preguntas: en cualquier tiempo dado, cuál es la naturaleza de la distribución de la salinidad superficial en todo el océano? Cómo cambia? Por qué cambia?

Hasta que grado estas preguntas puedan responderse, depende del número y distribución en tiempo y en espacio de las observaciones de la salinidad superficial. El objetivo del trabajo aquí descrito, fue el de determinar hasta que punto esta información puede derivarse de las observaciones disponibles del Océano Pacífico oriental, definido aquí como el área limitada por los 30°N y 40°S, y por los 140°W y la costa occidental de las Américas.

LOS DATOS

Todos los datos disponibles de la salinidad superficial fueron recolectados del área entre los 35°N y 45°S, al este de los 150°W. La tarea de recopilar estos materiales se facilitó gracias a la ayuda del Dr. M. B. Schaefer, Dr. M. Blackburn, el Sr. J. L. Reid todos de Scripps Institution of Oceanography, y esta colaboración es altamente agradecida. Además el autor está agradecido con el Dr. H. Nakamura, Director anterior del Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, Japón, y al personal del NFRFL por proveer tan oportunamente cerca de 1000 observaciones de la salinidad de superficie obtenidas de varios barcos japoneses que estaban en el área durante el período 1956-63.

Los datos disponibles son material tanto publicado como inédito, e incluyen cerca de 25,000 observaciones tomadas por los barcos, con información adicional utilizable en la forma de series de tiempo, de 40 estaciones continentales e insulares. En el Apéndice se dá una lista de los cruceros de los que se emplearon los datos. La lista no incluye datos de la región costera a lo largo de Baja California, los que han sido recolectados desde 1949 por medio del programa del California Cooperative Fisheries Investigations (CalCOFI); se empleó para esa área una serie de mapas mensuales de la salinidad media de superficie que fueron derivados de los datos de un período de 10 años (CalCOFI 1963). La recolección de datos de los barcos se considera esencialmente completa hasta mediados de 1962; las salinidades de superficie de fechas posteriores eran las que estaban fácilmente disponibles hasta fines de 1964. Los datos de las esta-

ciones costeras son aquellos publicados por el U.S. Department of Commerce (1962) y están completos hasta 1960.

PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Los datos fueron sumarizados a mano para cada mes en rectángulos de un grado de latitud y longitud, y se determinó el promedio de salinidad.

La edición de los datos fue necesaria por dos razones. En primer lugar, algunas de las observaciones eran obviamente erróneas y tuvieron que descartarse. La segunda razón fue física. Según los varios estudios efectuados durante el último International Geophysical Year (1957-8) llegó un gran volumen de datos de salinidad superficial. Sin embargo, en ese entonces existía una condición de El Niño en el Océano Pacífico y la distribución de la salinidad superficial fue anómala, especialmente cerca a la costa de las Américas, y a principios del año de 1958. Como el objetivo de este trabajo fue el de determinar la distribución de la salinidad superficial bajo condiciones "comunes", estos datos de IGY no fueron empleados en el desarrollo de los mapas mensuales aquí presentados. De la misma manera, solamente se usaron datos de salinidad de tres de las estaciones fijadas (las Islas Galápagos; la Isla Nao, Zona del Canal; y San José, Guatamala) entre las 40 estaciones establecidas; en todo caso los records de las otras estaciones no fueron representativos de las condiciones oceánicas adyacentes.

Las Figuras 1a-12a presentan por mes y rectángulos de un grado el número de observaciones de la salinidad superficial usados en este estudio. La Figuras 1b-12b son las 12 cartas mensuales de la salinidad de superficie deducidas de esos datos. Las isohalinas en las cartas están representadas por las líneas gruesas en regiones de donde existen datos, y por líneas a trazos donde no hay datos, pero donde se puede intentar la interpolación o extrapolación (tanto en tiempo como en espacio). Las líneas delgadas en las cartas limitan aquellas áreas de las que hay datos.

CAMBIOS ESTACIONALES EN LAS DISTRIBUCIONES DE SALINIDAD

En cualquiera de los mapas basados sobre suficientes datos para elucidar todas las características principales de la distribución de salinidad, son perceptibles tres regiones de salinidad relativamente alta y tres de baja salinidad. La salinidad es alta en el rincón noroeste de la región, en el Golfo de California, y en particular, en el sur a los 20°S. Las áreas de baja salinidad aparecen adyacentes a los continentes en el norte y en el sur del área en el mapa, y esencialmente en una franja zonal a los 10°N. Esto es, por supuesto, enteramente de acuerdo con el mapa de Schott. La salinidad relativamente alta en la región del *Bight* de Panamá a principios del año está también en afinidad con los hallazgos de Schott. La contri-

bución que los mapas mensuales provee, fuera de mostrar esas áreas que requieren observaciones adicionales, es una indicación en la mayor parte del área de la carta de los cambios anuales que ocurren. Dentro de los límites fijados por la disponibilidad de los datos, estos son discutidos detalladamente a continuación procediendo parte por parte sobre el área de la carta.

Corriente de California

La región de la Corriente de California, tomada aquí como el área que se extiende desde la Costa de Baja California hacia el mar aproximadamente 1000 km, tiene relativamente pocos cambios de salinidad durante el año. A los 30°N, 120°W, la salinidad es ligeramente menor que 33.5‰ y casi constante de noviembre a julio, sobrepasando los 33.5‰ durante agosto, septiembre (maximum) y octubre. Los cambios más pronunciados aparecen en la costa. La isohalina de 34‰ encuentra la costa a diferentes latitudes, estando más hacia el norte en enero, en Punta Eugenia (28°N) y más hacia el sur en julio, en el Cabo de San Lázaro (25°N).

Celda de alta salinidad en el Pacífico del Norte

Frente a la región de la Corriente de California, en el rincón noroeste en el área del mapa, el extremo oriental de la celda de alta salinidad permanente del Océano Pacífico del Norte aparece en cada mes, como lo indica la isohalina de 35‰. Hay muy poco movimiento de la celda este-oeste, pero sí se mueve meridionalmente. La posición más hacia el norte ocurre en septiembre, mientras que la posición más hacia el sur ocurre durante un período de tiempo entre marzo y mayo, para el cuál existen pocos datos.

Boca del Golfo de California

A la entrada del Golfo de California la salinidad es relativamente alta, sobre 34.5‰ y sufre poco cambio. El agua con esta salinidad se extiende a su posición más lejos mar afuera y hacia el sudeste en abril y mayo, y a su posición más al norte a lo largo de la costa occidental de Baja California en noviembre. Dentro del golfo la salinidad es más alta. El extremo occidental de la isohalina de 35‰ está siempre en el Cabo San Lucas, mientras el extremo oriental está habitualmente más al norte en la costa del litoral de México. Una excepción a esto es en el mes de junio, y si se dispusiera de más datos de la región, resultaría un cuadro más definido de los cambios estacionales.

Una salinidad *Saddle point*³

Approximadamente a los 20°N, 115°W la salinidad es mínima, siendo

³ La expresión inglesa *saddle point*, se usa aquí al referirse a la configuración de la superficie del mar en términos de salinidad, i.e. la existencia de una área de alta salinidad con un sentido norte-sur, pero con un área de baja salinidad en sentido este-oeste.

menor que la relacionada con la celda de alta salinidad al occidente y que la del Golfo de California al oriente, pero es al mismo tiempo un máximo meridional, porque es superior a la salinidad en la región de la Corriente de California hacia el norte, y que en el área de baja salinidad permanente del sur. La salinidad esencialmente invariante de este *saddle point* es cerca de 34.3‰; se encuentra más al sur a los 16°N en junio y más al norte a los 22°N en agosto.

Costa del sur de México

A lo largo de la costa sur de México (20°-14°N) la salinidad es mayor en abril y mayo, cuando es superior a 34‰ e inferior en septiembre y diciembre cuando se aproxima a los 33.5‰. Muy poco se puede decir acerca de esta área a causa de la escasa cantidad de datos.

América Central y Bight de Panamá

El área del *Bight* de Panamá y la parte inferior de la América Central es una región de salinidad muy baja durante los últimos meses de cualquier año. La condición extrema está representada en el mapa de noviembre en el que la salinidad de 24‰ e inferior, aparecen en el *Bight* de Panamá, con salinidad inferior a 33‰ extendiéndose al noroeste tan lejos como la parte oriental del Golfo de Tehuantepec (14°N), y al sur a lo largo de la costa de Colombia y el Ecuador hasta 1°S. El extremo opuesto aparece en marzo y abril cuando la salinidad está sobre 33‰ en el *Bight* de Panamá y sobre 34‰ a lo largo de la costa norte de la América Central y del Ecuador. Durante este tiempo se encuentra agua de baja salinidad (tan baja como 31.3‰) en una extensa celda casi aislada centralizada cerca a la Isla Cocos a los 5°N, 86°W.

El origen de la celda de baja salinidad en la región de la Isla Cocos parece según estos mapas que se debe a un movimiento mar afuera de agua de baja salinidad proveniente del *Bight* de Panamá, principiando en diciembre y terminando necesariamente en febrero. Después, la salinidad mínima en la celda aumenta lentamente de 30.8‰ en marzo hasta 31.9‰ en mayo, luego la falta de datos en junio, julio y agosto impiden la descripción. No puede determinarse hasta que se disponga de más datos si la celda de baja salinidad (menos de 33.0‰) en los 10°N, 96°W en el mapa de septiembre, y la de los 100°W en el mapa de octubre, sean o nó residuos de la baja salinidad de la región de la Isla Cocos.

Salinidad permanentemente baja entre los 5° y 15°N

Frente a la costa del sur de México y de la América Central, entre los 5° y 15°N y más allá de la terminación del mapa a los 140°W, la salinidad es generalmente un mínimo meridional. Hay, sin embargo, algunos cambios bastante dramáticos que ocurren en el transcurso del año. Estos pueden verse por el examen de mes a mes de los mapas, empezando con

la distribución de octubre que representa un extremo. En esa época el agua de baja salinidad, definida aquí arbitrariamente con el objeto de discutirla, como aquella de salinidad inferior a 34‰ , ocurre en toda la trayectoria del mapa, centralizada a los 10°N . Dentro de esta lengua hay otra angosta de salinidad inferior a 33.5‰ extendiéndose hacia el occidente de los 110° hasta los 132°W . Desde entonces hasta enero las isohalinas de 34‰ no se mueven mucho excepto por un ligero cambio hacia el norte. La isohalina de 33.5‰ se aparta ligeramente hacia el este, y se divide por la penetración de una lengua de agua de salinidad relativamente alta que aparece primero en el mapa de noviembre, al sur del Golfo de Tehuantepec. En enero esta división aísla una celda de agua inferior a 33.5‰ centralizada aproximadamente a los 15°N , 110°W ; este proceso de partición continúa hasta el fin de febrero, cuando la isohalina de 34‰ sufre la misma suerte, con el resultado de que existen dos áreas de baja salinidad. Esta doble naturaleza permanece hasta el fin de mayo, de modo que marzo o abril vienen a ser el extremo opuesto a octubre. En mayo las dos áreas de baja salinidad son absorbidas dentro de la isohalina de 34‰ , aunque se mantiene la identidad de cada una. De nuevo, la falta de datos en junio, julio y agosto impiden una descripción detallada de los acontecimientos al este más o menos de los 110°W . Sin embargo, en la parte occidental de los mapas, los datos muestran que en mayo el extremo de la lengua de baja salinidad, a los 6°N , 129°W se mueve en junio a los 133°W y en julio al oeste fuera del área del mapa a los 8°N . Esta progresión hacia el extremo de octubre es interrumpida por un marcado alejamiento de la isohalina de baja salinidad en agosto y septiembre. Así que es bastante notable la rapidez con que se establece solamente un mes después el extremo inferior.

Cinturón ecuatorial frente al litoral, 5°N a 10°S

Al sur de la franja esencialmente permanente de baja salinidad en el hemisferio norte, generalmente la salinidad aumenta relativamente lentamente hasta alcanzar un máximo meridional a los 15° a 20°S . Durante el período agosto-octubre el aumento hacia el sur se interrumpe cerca de los 5°N , entre los 140° y 110°W . Con el aumento de la salinidad hacia el oeste en todas las latitudes, la distribución de las isohalinas señala una lengua de alta salinidad a lo largo de los 5°N con un origen occidental, y una lengua de baja salinidad a lo largo de los 2° - 3°N con un origen oriental. De noviembre a febrero hay una distribución similar pero las altas salinidades se encuentran en una lengua que se extiende hacia el norte a través del ecuador a los 125°W . Durante enero, julio, agosto y octubre hay manchas de alta salinidad (más de 35.5‰) entre los 5° y 8°S , al oeste de los 110°W , o aproximadamente 300 a 500 km al norte de la isohalina permanente de 35‰ . En la misma área la salinidad es inferior a 35‰ en el período de marzo a junio en lo que parece ser una lengua de baja salinidad, con un origen del este. Entre los 110° y 85°W , al sur del ecuador,

no hay suficientes datos para determinar cuál es el cambio estacional.

Celda de alta salinidad en el Pacífico Sur

La salinidad siempre aumenta de los 10°S hasta cerca de los 20°S, y de la costa occidental del Suramérica hasta aproximadamente los 125°W, alcanzando valores de 36.5‰ o más, en medio de la celda de alta salinidad del Pacífico Sur. A causa de la gran extensión de esta celda, parece haber en los mapas mensuales una lengua de alta salinidad, abierta hacia el oeste. La salinidad más alta observada en la lengua es de 36.8‰, medida en junio y julio. Indudablemente esta importante característica de la distribución de la salinidad superficial cambia en tamaño y posición estacionalmente, pero los datos que existen son muy escasos para servir como base de una determinación más exacta.

Costa del Perú

A los 4°S, cerca de la frontera norte del Perú, la parte sur del frente de salinidad forma una intersección en la costa. La salinidad allí es cerca de 34.5‰ en todo el año. Al norte de este frente las salinidades realmente bajas del *Bight* de Panamá son encontradas cuando al sur de éste, la salinidad es alta, algunas veces excediendo los 35‰ a lo largo de la costa. A pesar de la escasez de datos de esta región es evidente que hay más movimiento meridional del frente 150 km mar afuera, que en la costa. Un extremo está representado por condiciones en enero y febrero, cuando una lengua de baja salinidad de origen norteño yace mar afuera. En cambio el otro extremo no puede determinarse; únicamente puede observarse que las condiciones en él, por ejemplo, las de agosto son muy diferentes de aquellas en el período enero-febrero.

Dependiente de la época del año, la salinidad puede ser superior a 35‰ a lo largo de la costa, tan lejos como por ahí los 16°S. Esta última situación aparece en junio cuando la salinidad está sobre 35‰ entre los 5° y 16°S, y tal vez cuando está cerca de 35.5‰ en la costa a los 10°S, como es allí en julio. A lo largo de la costa al sur de los 16°S la salinidad nunca excede 35‰ a pesar de la existencia en casi todo el año, de una lengua de alta salinidad de origen occidental que casi toca la costa a los 18°-20°S.

Costa de Chile

Los datos disponibles indican que la salinidad de superficie disminuye hacia el sur a lo largo de la costa de Chile, desde valores de cerca de 35‰ en el norte hasta inferiores a 34‰ a los 40°S. La isohalina de 34‰ forma habitualmente una lengua de baja salinidad paralela a la costa con el eje aproximadamente 200 km mar afuera, y a este respecto la distribución de la salinidad mar afuera del sur de Chile es similar a la que se encuentra frente a Baja California.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

- Blackburn, M. 1965. Oceanography and the ecology of tunas. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, (3):299-322.
- California Oceanic Fisheries Investigation. 1963. Atlas No. 1. CALCOFI Atlas of 10-meter temperature and salinities, 1949 through 1959.
- Schott, G. 1935. *Geographie des Indischen und Stillen Ozeans*. Hamburg, C. Boysen, 413 p.
- U.S. Department of Commerce, Coast and Geodetic Survey. 1962. Surface water temperature and salinity. Pacific coast. North and South America and Pacific Ocean islands. C & GS. Publ. 31-3, Washington.

APPENDIX — APENDICE

LIST OF CRUISES IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC FROM WHICH SURFACE SALINITY DATA ARE AVAILABLE.
LISTA DE LOS CRUCEROS EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL DE LA CUAL SON DISPONIBLES LOS DATOS DE SALINIDAD SUPERFICIAL.

The abbreviations used and the corresponding agency names are as follows — Las abreviaturas usadas y los nombres de las entidades correspondientes son los siguientes:

BCFSD	U.S. Bureau of Commercial Fisheries (San Diego)
IATTC	Inter-American Tropical Tuna Commission (La Jolla, Calif.)
IIRM	Instituto del Mar del Perú (Lima, Perú)
NRFRL	Nankai Regional Fisheries Research Laboratory (Kochi, Japan)
OSTROM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (Paris, France)
POFI	Pacific Oceanic Fisheries Investigation (Honolulu, Hawaii)
SIO	Scripps Institution of Oceanography (La Jolla, Calif.)
STOR	Scripps Tuna Oceanography Research (La Jolla, Calif.)
USC & GS	U.S. Coast and Geodetic Survey
USNEL	U.S. Naval Electronics Laboratory (San Diego, Calif.)
USNHO	U.S. Navy Hydrographic Office

Year Año	Month Mes	Cruise (ship) and responsible agency Crucero (barco) y agencia responsable
1922	1	<i>Dana</i>
1925	11, 12	<i>Henderson</i> , USNHO
1926	1	<i>Sirius</i> , USNHO
	3	<i>Vega</i> , USNHO
	3	<i>Omaha</i> , USNHO
	5	<i>Henderson</i> , USNHO
1928	8-9	<i>Carnegie</i> , Carnegie Institute
	9-10	<i>Dana</i> , Carlsberg Foundation
1929	1-3	<i>Carnegie</i> , Carnegie Institute
	11	<i>Guide</i>
1931	6-8	<i>William Scoresby</i> , Discovery Committee
1933	2-3	<i>Chaumont</i> , USNHO-SIO
	3-5	<i>Hannibal</i> , USNHO-SIO
	6	<i>Portland</i> , USNHO-SIO
1934	1-2	<i>Hannibal</i> , USNHO-SIO
	2	<i>Velero III</i> , Hancock Expedition
1935	1	<i>Velero III</i> , Hancock Foundation
	4	<i>Hannibal</i> , USNHO-SIO
1936	11	<i>Louisville</i> , USNHO-SIO
1939	3-4	<i>Bushnell</i> , USNHO-SIO
	7	<i>E. W. Scripps</i> , SIO
1941	2-5	<i>Askoy</i> , American Museum of Natural History
1947	2-6	<i>Fieberling</i> , USNEL
	8-11	<i>Albatross</i> , Swedish Deep-Sea Expedition
1948	11	SERRANO II, USNEL
1949	5-6	SERRANO III, USNEL
1950	10	<i>Challenger</i> , British Admiralty
1951	6	<i>Marysville</i> , USNEL
1952	4-5	<i>Galathea</i>
	4-6	<i>Shuttle</i> , USNEL
	5-6, 7-8	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
1953	1-3	LONGLINE, IATTC-SIO
	3-5	<i>Marise</i> , Yale University
1954	3	54-S-2, California Fish and Game
	11-12	ACAPULCO TRENCH, SIO
1955	8-9	NORPAC, SIO
	9-10	<i>Umitaka-Maru</i>
	10-12	EASTROPIC, POFI-SIO-IATTC
1956	2	56-S-1, California Fish and Game
	3	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	8-9	EQUAPAC, POFI
	11-12	SCOPE, SIO-IATTC

Year Año	Month Mes	Cruise (ship) and responsible agency Crucero (barco) y agencia responsable
1957	1-3	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	1-3	<i>Charles H. Gilbert</i> , POFI
	1-3	<i>John R. Manning</i> , POFI
	5-6	ISLAND CURRENT SURVEY, SIO IATTC
	6, 8	<i>John R. Manning</i> , POFI
	7-9	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	9-11	<i>Daifuji-Mar</i> , Shizuoka Prefecture, Japan
	9-10	<i>Iwaki-Mar</i> , Fukushima Prefecture, Japan
	9-10	<i>Lotus</i> , ORSTOM
	10-12	<i>Charles H. Gilbert</i> , POFI
1957-58	10-2	DOWNWIND, SIO
1958	1	<i>Iwaki-Mar</i> , Fukushima Prefecture, Japan
	1-2	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	2, 4, 9, 11	<i>Bondy</i> , IIRM
	2-5	<i>Charles H. Gilbert</i> , POFI
	3-5	<i>Lotus</i> , ORSTOM
	4-5	DOLPHIN, SIO
	4-6	<i>Sagami-Mar</i> , Kanagawa Prefecture, Japan
	4-6	SCOT, SIO-IATTC
	5	<i>Ob</i> , USSR
	5-6	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	7-9	<i>Taisei-Mar</i> , Mie Prefecture, Japan
	8	DOLDRUMS, SIO
	9-10	<i>Lotus</i> , ORSTOM
	9-10	<i>Iwaki-Mar</i> , Fukushima Prefecture, Japan
9-11	<i>Sagami-Mar</i> , Kanagawa Prefecture, Japan	
11-12	TO-58-2, SIO (STOR)	
	12	<i>Daifuji-Mar</i> , Shizuoka Prefecture, Japan
1958-59	12-1	<i>Nachi-Mar</i> , Wakayama Prefecture, Japan
1959	1	TO-59-1, SIO (STOR)
	1	<i>Iwaki-Mar</i> , Fukushima Prefecture, Japan
	4-6	<i>Bondy</i> , IIRM
	4-6	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	7-8	DORADO, SIO
	7-8	<i>Daifuji-Mar</i> , Shizuoka Prefecture, Japan
	7-9	<i>Taisei-Mar</i> , Mie Prefecture, Japan
	8-9	TO-59-2, SIO (STOR)
	8-9	<i>Nachi-Mar</i> , Wakayama Prefecture, Japan
	8-10	<i>Sagami-Mar</i> , Kanagawa Prefecture, Japan
	10-11	<i>Shoyo-Mar</i> , NRFRL, Japan
	11-12	COSTA RICA DOME, IATTC-SIO
1960	1	<i>Shoyo-Mar</i> , NRFRL, Japan
	1-3	DEEPPFREEZE II, USNHO
	3	CHIPER, USNHO
	3-4	<i>Explorer</i> , USC & GS
	3-5	<i>Taisei-Mar</i> , Mie Prefecture, Japan
	4-7	<i>Sagami-Mar</i> , Kanagawa Prefecture, Japan
	5	TO-0-1, SIO (STOR)
	6-7	<i>Daifuji-Mar</i> , Shizuoka Prefecture, Japan

Year Año	Month Mes	Cruise (ship) and responsible agency Crucero (barco) y agencia responsable
1960	6-8	TETHYS, SIO
	9-12	STEP-1, SIO (STOR)-IATTC
	10-11	<i>Bondy</i> , IIRM
	11	<i>Rehoboth</i> , USNHO
1961	2-3	<i>Nachi-Mar</i> , Wakayama Prefecture, Japan
	2-12	<i>Bondy</i> , IIRM
	3-4	TO-61-1, SIO (STOR)
	4-5	<i>Daijufu-Mar</i> , Shizuoka Prefecture, Japan
	5-6	<i>Nachi-Mar</i>
	6	6106-B, BCFSD
	8-9	<i>Taisei-Mar</i>
	9-11	SWANSONG, SIO
1961-62	11-1	RISEPAC, SIO
1962	1, 7, 10, 11	<i>Bondy</i> , IIRM
	2-4	<i>Nachi-Mar</i> , Wakayama Prefecture, Japan
	5-6	6205-6 B, BCFSD
	5-8	<i>Sagami-Mar</i> , Kanakawa Prefecture, Japan
	6-8	<i>Taisei-Mar</i> , Mie Prefecture, Japan
	7-8	<i>Esmeralda</i> , Chilean Navy
	8	TEMPO, SIO (STOR)
1962-63	12-2	<i>Shoyo-Mar</i> , NRFRL, Japan
1963	1, 2, 8, 10	<i>Bondy</i> , IIRM
	2-4	CRISS-CROSS, SIO
	3-4	<i>Esmeralda</i> , Chilean Navy
	5-6	6305-6 B, BCFSD
1963-64	10-3	<i>Shoyo-Mar</i> , NRFRL, Japan

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

- Blackburn, M. 1965. Oceanography and the ecology of tunas. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, (3):299-322.
- California Oceanic Fisheries Investigation. 1963. Atlas No. 1. CALCOFI Atlas of 10-meter temperature and salinities, 1949 through 1959.
- Schott, G. 1935. *Geographie des Indischen und Stillen Ozeans*. Hamburg, C. Boysen, 413 p.
- U.S. Department of Commerce, Coast and Geodetic Survey. 1962. Surface water temperature and salinity. Pacific coast. North and South America and Pacific Ocean islands. C & GS. Publ. 31-3, Washington.

APPENDIX — APENDICE

LIST OF CRUISES IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC FROM WHICH SURFACE SALINITY DATA ARE AVAILABLE.
LISTA DE LOS CRUCEROS EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL DE LA CUAL SON DISPONIBLES LOS DATOS DE SALINIDAD SUPERFICIAL.

The abbreviations used and the corresponding agency names are as follows — Las abreviaturas usadas y los nombres de las entidades correspondientes son los siguientes:

BCFSD	U.S. Bureau of Commercial Fisheries (San Diego)
IATTC	Inter-American Tropical Tuna Commission (La Jolla, Calif.)
IIRM	Instituto del Mar del Perú (Lima, Perú)
NRFRL	Nankai Regional Fisheries Research Laboratory (Kochi, Japan)
OSTROM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (Paris, France)
POFI	Pacific Oceanic Fisheries Investigation (Honolulu, Hawaii)
SIO	Scripps Institution of Oceanography (La Jolla, Calif.)
STOR	Scripps Tuna Oceanography Research (La Jolla, Calif.)
USC & GS	U.S. Coast and Geodetic Survey
USNEL	U.S. Naval Electronics Laboratory (San Diego, Calif.)
USNHO	U.S. Navy Hydrographic Office

Year Año	Month Mes	Cruise (ship) and responsible agency Crucero (barco) y agencia responsable
1922	1	<i>Dana</i>
1925	11, 12	<i>Henderson</i> , USNHO
1926	1	<i>Sirius</i> , USNHO
	3	<i>Vega</i> , USNHO
	3	<i>Omaha</i> , USNHO
	5	<i>Henderson</i> , USNHO
1928	8-9	<i>Carnegie</i> , Carnegie Institute
	9-10	<i>Dana</i> , Carlsberg Foundation
1929	1-3	<i>Carnegie</i> , Carnegie Institute
	11	<i>Guide</i>
1931	6-8	<i>William Scoresby</i> , Discovery Committee
1933	2-3	<i>Chaumont</i> , USNHO-SIO
	3-5	<i>Hannibal</i> , USNHO-SIO
	6	<i>Portland</i> , USNHO-SIO
1934	1-2	<i>Hannibal</i> , USNHO-SIO
	2	<i>Velero III</i> , Hancock Expedition
1935	1	<i>Velero III</i> , Hancock Foundation
	4	<i>Hannibal</i> , USNHO-SIO
1936	11	<i>Louisville</i> , USNHO-SIO
1939	3-4	<i>Bushnell</i> , USNHO-SIO
	7	<i>E. W. Scripps</i> , SIO
1941	2-5	<i>Askoy</i> , American Museum of Natural History
1947	2-6	<i>Fieberling</i> , USNEL
	8-11	<i>Albatross</i> , Swedish Deep-Sea Expedition
1948	11	SERRANO II, USNEL
1949	5-6	SERRANO III, USNEL
1950	10	<i>Challenger</i> , British Admiralty
1951	6	<i>Marysville</i> , USNEL
1952	4-5	<i>Galathea</i>
	4-6	<i>Shuttle</i> , USNEL
	5-6, 7-8	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
1953	1-3	LONGLINE, IATTC-SIO
	3-5	<i>Marise</i> , Yale University
1954	3	54-S-2, California Fish and Game
	11-12	ACAPULCO TRENCH, SIO
1955	8-9	NORPAC, SIO
	9-10	<i>Umitaka-Maru</i>
	10-12	EASTROPIC, POFI-SIO-IATTC
1956	2	56-S-1, California Fish and Game
	3	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	8-9	EQUAPAC, POFI
	11-12	SCOPE, SIO-IATTC

Year Año	Month Mes	Cruise (ship) and responsible agency Crucero (barco) y agencia responsable
1957	1-3	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	1-3	<i>Charles H. Gilbert</i> , POFI
	1-3	<i>John R. Manning</i> , POFI
	5-6	ISLAND CURRENT SURVEY, SIO IATTC
	6, 8	<i>John R. Manning</i> , POFI
	7-9	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	9-11	<i>Daifuji-Mar</i> u, Shizuoka Prefecture, Japan
	9-10	<i>Iwaki-Mar</i> u, Fukushima Prefecture, Japan
	9-10	<i>Lotus</i> , ORSTOM
	10-12	<i>Charles H. Gilbert</i> , POFI
1957-58	10-2	DOWNWIND, SIO
1958	1	<i>Iwaki-Mar</i> u, Fukushima Prefecture, Japan
	1-2	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	2, 4, 9, 11	<i>Bondy</i> , IIRM
	2-5	<i>Charles H. Gilbert</i> , POFI
	3-5	<i>Lotus</i> , ORSTOM
	4-5	DOLPHIN, SIO
	4-6	<i>Sagami-Mar</i> u, Kanagawa Prefecture, Japan
	4-6	SCOT, SIO-IATTC
	5	<i>Ob</i> , USSR
	5-6	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	7-9	<i>Taisei-Mar</i> u, Mie Prefecture, Japan
	8	DOLDRUMS, SIO
	9-10	<i>Lotus</i> , ORSTOM
	9-10	<i>Iwaki-Mar</i> u, Fukushima Prefecture, Japan
	9-11	<i>Sagami-Mar</i> u, Kanagawa Prefecture, Japan
11-12	TO-58-2, SIO (STOR)	
	12	<i>Daifuji-Mar</i> u, Shizuoka Prefecture, Japan
1958-59	12-1	<i>Nachi-Mar</i> u, Wakayama Prefecture, Japan
1959	1	TO-59-1, SIO (STOR)
	1	<i>Iwaki-Mar</i> u, Fukushima Prefecture, Japan
	4-6	<i>Bondy</i> , IIRM
	4-6	<i>Hugh M. Smith</i> , POFI
	7-8	DORADO, SIO
	7-8	<i>Daifuji-Mar</i> u, Shizuoka Prefecture, Japan
	7-9	<i>Taisei-Mar</i> u, Mie Prefecture, Japan
	8-9	TO-59-2, SIO (STOR)
	8-9	<i>Nachi-Mar</i> u, Wakayama Prefecture, Japan
	8-10	<i>Sagami-Mar</i> u, Kanagawa Prefecture, Japan
	10-11	<i>Shoyo-Mar</i> u, NRFRL, Japan
	11-12	COSTA RICA DOME, IATTC-SIO
1960	1	<i>Shoyo-Mar</i> u, NRFRL, Japan
	1-3	DEEPPFREEZE II, USNHO
	3	CHIPER, USNHO
	3-4	<i>Explorer</i> , USC & GS
	3-5	<i>Taisei-Mar</i> u, Mie Prefecture, Japan
	4-7	<i>Sagami-Mar</i> u, Kanagawa Prefecture, Japan
	5	TO-0-1, SIO (STOR)
	6-7	<i>Daifuji-Mar</i> u, Shizuoka Prefecture, Japan

Year Año	Month Mes	Cruise (ship) and responsible agency Crucero (barco) y agencia responsable
1960	6-8	TETHYS, SIO
	9-12	STEP-1, SIO (STOR)-IATTC
	10-11	<i>Bondy</i> , IIRM
	11	<i>Rehoboth</i> , USNHO
1961	2-3	<i>Nachi-Mar</i> , Wakayama Prefecture, Japan
	2-12	<i>Bondy</i> , IIRM
	3-4	TO-61-1, SIO (STOR)
	4-5	<i>Daifuji-Mar</i> , Shizuoka Prefecture, Japan
	5-6	<i>Nachi-Mar</i>
	6	6106-B, BCFSD
	8-9	<i>Taisei-Mar</i>
9-11	SWANSONG, SIO	
1961-62	11-1	RISEPAC, SIO
1962	1, 7, 10, 11	<i>Bondy</i> , IIRM
	2-4	<i>Nachi-Mar</i> , Wakayama Prefecture, Japan
	5-6	6205-6 B, BCFSD
	5-8	<i>Sagami-Mar</i> , Kanakawa Prefecture, Japan
	6-8	<i>Taisei-Mar</i> , Mie Prefecture, Japan
	7-8	<i>Esmeralda</i> , Chilean Navy
	8	TEMPO, SIO (STOR)
1962-63	12-2	<i>Shoyo-Mar</i> , NRFRL, Japan
1963	1, 2, 8, 10	<i>Bondy</i> , IIRM
	2-4	CRISS-CROSS, SIO
	3-4	<i>Esmeralda</i> , Chilean Navy
	5-6	6305-6 B, BCFSD
1963-64	10-3	<i>Shoyo-Mar</i> , NRFRL, Japan