

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS
GENERALES EN LAS ZONAS DE PESCA DEL
PEZ SIERRA FRENTE A VERACRUZ,
VERACRUZ

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA

JOSE RAMON LUNA HERNANDEZ

CONTENIDO

CAPITULO I

1. INTRODUCCION.	Pag. No.
2. OBSERVACIONES Y METODOS.	3
2.1 Equipo y material usado en la obtención de datos.	
2.2 Obtención de datos y análisis de muestras.	
3. ZONA DE ESTUDIO.	
3.1 Línea costera.	7
3.2 Principales aspectos de la Topografía del fondo.	

CAPITULO II

1. SISTEMA DE VIENTO Y CLIMA.	12
1.1 Viento.	
1.2 Clima.	
2. DISTRIBUCION Y VARIACION DE LOS PARAMETROS MEDIDOS.	19
2.1 Temperatura.	
2.2 Salinidad.	
2.3 Oxígeno.	
2.4 Corrientes.	
2.5 Mareas y mareas.	
2.6 Transparencias.	

CAPITULO III

1. RELACION ENTRE LOS FACTORES DEL AGUA CONSIDERADOS
Y LA ABUNDANCIA DE PESCA.

37

CAPITULO IV

1. RESULTADOS Y DISCUSION.
2. CONCLUSIONES.
3. RESUMEN.

41

44

47

CAPITULO V

1. APLICACIONES.
2. SUGERENCIAS.

49

51

LITERATURA CITADA.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos al Oceanólogo Katsuo A. Nishikawa, por su valiosa participación en las orientaciones del presente trabajo; al Ing. Luis Kasuga Osaka, ex-director del Centro Nacional de -- Ciencias y Tecnologías Marinas de Veracruz, Ver., -- por sus atenciones y facilidades prestadas durante -- su mandato; además, en reconocimiento a su constante preocupación por la pesca en México. Al amigo, Biólogo Francisco Muñoz P., por su interesante aportación de datos; a la generación de Técnicos Pesqueros, -- 1968-71, del C.N.C.T.M., por la participación en los cruceros de estudio y finalmente, al Sr. Eduardo Betancourt, quien se prestó a elaborar las gráficas.

A mis padres:

DOLORIS HERNANDEZ PEREZ

JOSE LUNA COTA

A mi esposa e hijo:

SOLEDAD ROBLES LINARES M.

JOSE RAMON LUNA ROBLES

A mis entrañables amigos:

LORENZO FLORES GALLEGOS

JUAN FELIX MONTES

En la realización de este trabajo, los muestreos y análisis de datos se efectuaron a bordo del — barco escuela " Bios " y en los laboratorios de Química y Oceanografía, ambos propiedad del Centro Nacional de Ciencias y Tecnologías Marinas (C.N.C.T.M.) de Veracruz, Ver., dependiente de la Secretaría de Educación Pública. La redacción, fué concluida en la Dirección — de Acuacultura de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, con Residencia en La Paz, B.C. bajo la dirección del Oceanólogo Hattuo A. Mishikawa, a quien hago paten te reconocimiento.

CAPITULO I

1. INTRODUCCION.

El litoral marino del Estado de Veracruz, se caracteriza por la abundancia de recursos pesqueros que encierran sus aguas; principalmente, destacan algunas especies de hábitos migratorios y aunque su explotación se realiza durante todo un ciclo anual, es en determinados meses cuando se alcanzan altos volúmenes de captura.

Hasta la actualidad, estas especies han sostenido, en gran parte, la economía pesquera en la costa veracruzana y a pesar de que la producción, en los diez últimos años, ha ido en aumento, es necesario mejorar las pesquerías mediante una planificación técnica adecuada.

Como contribución a la serie de conocimientos técnicos requeridos, se presenta este trabajo, el cual, es un análisis limitado sobre algunas de las condiciones hidrológicas frente a las márgenes costeras del puerto de Veracruz; su importancia, está relacionada con las pesquerías que se realizan en la zona, principalmente, en base a especies migratorias como la sierra, Scomberomorus maculatus (Mitchill).

De acuerdo a las experiencias de los pescadores del Puerto, la sierra se presenta en estos lugares durante dos periodos de máxima incidencia, conocidos tradicionalmente con el

nombre de "arribazones", los cuales, se alternan con otros dos de mínima, Carranza (1963). De estas "arribazones", la primera del año, se presenta de sur a norte, desde fines de febrero hasta principios de mayo, coincidiendo con el aumento de temperatura en el agua de mar y suponiéndose que la especie se encuentra al norte de la zona de pesca, durante los meses de junio, julio y la mayor parte de agosto. La segunda "arribazón", es de norte a sur. Se inicia a fines de agosto y termina a principios de diciembre; de este mes a febrero, la especie se encuentra en algún lugar al sur de la pesquería.

Durante estas "arribazones", la producción es exuberante y con la particularidad, que el máximo volumen de captura, se obtiene a una distancia promedio no mayor a una milla de la línea de costa; esto se debe a que los pescadores de la región, no cuentan con los equipos necesarios para hacer la pesca más allá de la distancia indicada. Sin embargo, lo anterior demuestra claramente que el paso de migración de la sierra es demasiado cercano a la línea de costa.

Es bien poco lo que se ha investigado y escrito sobre las causas que obedecen estas migraciones y la mayoría de los autores, coinciden que es el factor temperatura, el que rige los desplazamientos de la especie.

2. OBSERVACIONES Y METODOS.

Con la finalidad de establecer las principales condiciones ecológicas, bajo las cuales, se desenvuelve la pesca de sierra frente al puerto de Veracruz, tuvo lugar el presente estudio sobre algunos de los parámetros, tanto del medio marino como meteorológicos, : temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, corrientes, olas y mareas, transparencia, viento y clima. El conocimiento, variación y distribución de los mismos, se relacionó a dicha pesquería.

Alternadamente, se llevaron a cabo las actividades de campo y laboratorio. En el primero de los casos, fueron establecidas 17 estaciones hidrográficas, distribuidas en la zona de estudio y localizadas de acuerdo a las características de profundidad y a las numerosas formaciones de arrecifes; estos últimos, caracterizan las irregularidades del relieve submarino y la dinámica del agua. (Fig.1).

Los trabajos dieron principio en octubre de 1970 y se prolongaron hasta marzo de 1971. Durante este tiempo, mensualmente y siguiendo derroteros distintos en los cruceros, se muestrearon cada una de las estaciones, obteniéndose muestras de agua desde la superficie hasta el fondo o cercafondo, así como los datos complementarios ambientales.

2.1 Equipo y material usado en la obtención de datos.

Los cruceros se realizaron a bordo del barco-es-cuela "Bios", de tipo arrastrero y acondicionado para estudios de hidro-biología (Foto 1).

En la toma de muestras de agua y temperatura, se utilizaron botellas Nansen con termómetros reversibles de 2 a 30°C. Batitermógrafo y termómetro de cubeta para la superficie.- La transparencia, se determinó con el disco de Secchi, (Foto 2-3)

Los datos meteorológicos complementarios, se obtuvieron mediante un psicrómetro de honda, aerómetro de media velocidad y barómetro estacionario, (Foto 4).

En el laboratorio, se utilizó una balanza analítica Mettler, con capacidad de 160 gramos; bureta y pipeta Knudsen automáticas, de 22 y 15 ml respectivamente; reactivos e indicadores químicos; bureta automática de 10 ml; tablas y certificados de correcciones y distintas formas modificadas para record estadístico.

2.2 Obtención de datos y análisis de muestras.

Los muestreos mensuales de cada estación, se llevaron a cabo a distinta hora, de tal manera, que no se repitiera

la del mes anterior. Con la ayuda del tercer año de Técnicos Pagueros, del Centro Nacional de Ciencias y Tecnologías Marinas de Veracruz, Ver. (C.N.C.T.M.), fué posible hacer la división de labores, tanto de campo como de laboratorio.

Estimada la localización de la estación, de acuerdo a los puntos sobresalientes de la costa e islas, se sondaba la profundidad y cuando el tiempo lo permitía, la embarcación — era fondeada. A profundidades estandarizadas, desde la superficie hasta los 35 m, se efectuaban los lanzamientos hidrográficos y después de enviado el mensajero, se daba un margen de aproximadamente 10 minutos para que los termómetros alcanzaran la temperatura in situ.

Simultáneamente, se recopilaban los datos complementarios: velocidad del viento, en metros por minuto y su dirección, fué estimativa; para la humedad relativa, se hacía girar el psicómetro por un minuto; la presión atmosférica, se obtuvo — por lecturas directas; la nubosidad y visibilidad, se calcularon usando escalas numéricas.

Por estimaciones visuales, se tomó la altura del oleaje; el cálculo de corriente, fué por el método simple de deriva y las mareas, se computaron de acuerdo a los datos del Centro de Previsión Meteorológica del Golfo y por tablas de mareas.

Debido a la escasa profundidad, el perfil de temperatura en el --
agua, se tomó únicamente en dos de las estaciones.

El oxígeno, se determinó siguiendo el método modi--
ficado de Winkler y la salinidad, mediante el método de titulación
de Knudsen, usando cromato de potasio como indicador.

3.- ZONA DE ESTUDIO.

El Golfo de México y el Mar Caribe, son dos grandes depresiones divididas por el canal de Yucatán y parte de la isla de Cuba; en conjunto, reciben el nombre de Mediterráneo Americano, el cual, está bordeado por América del Norte, Central y Sur. Separado del Atlántico por cordilleras, tales como las Antillas Menores, parte de Cuba, las Bahamas y la Península de Florida.

En la costa del Golfo de México, parte de Honduras, Nicaragua y alrededor de las Bahamas, la Plataforma Continental es extensa y de suaves pendientes.

Al norte del arco de las Antillas Menores, se localiza la fosa de Puerto Rico, la mayor profundidad del Océano Atlántico, con 8,750 m; en cambio el Canal de Yucatán, de 1,600 m, es la conexión más profunda entre el Golfo de México y los mares adyacentes.

La cuenca del Golfo de México, es una depresión relativamente simple, carente de las irregularidades que caracteriza la topografía de la región del Caribe. Las máximas profundidades, cercanas a los 4,000 m, se localizan en la parte occidental.

Las corrientes superficiales que fluyen al Caribe, son principalmente del Atlántico Norte y Sur; las cantidades rela-

tivas, de estos dos tipos de aguas, pueden ser aproximadamente determinadas por la comparación T-S, Iselin (1936). Las que penetran por las Antillas Menores, presentan capas estrechas de baja y alta salinidad, alternadamente; pero esta diferencia se normaliza en el Mar Caribe, debido a mezclas intensas. Parece ser que, a las temperaturas más altas, la corriente a través del canal de Yucatán, está compuesta por una parte del Atlántico Sur y tres del Atlántico-Norte Medio. El transporte total es cercano a 26 millones de m³/seg, de los cuales, seis millones corresponden al Atlántico Sur.

Nielsen (1925) y Parr (1937), en consideración a las mínimas de salinidad de las aguas intermedias del Atlántico Sur, suponen que gran cantidad de agua antártica, penetra al Mar Caribe por debajo de las aguas superficiales, disminuyendo la salinidad en dirección al flujo. Así, en la parte este, el promedio mínimo es de 34.73°/oo, mientras que en el canal de Yucatán es de 34.88°/oo; este incremento, se debe a las mezclas verticales, según Seiwel (1938).

En cuanto a la circulación general, de las masas de agua del Mediterráneo Americano, una corriente fuerte pasa a través del Caribe; al cruzar el Canal de Yucatán, se desvía bruscamente a la derecha y a gran velocidad, rebasa el Estrecho de Florida. A los lados de la corriente principal, se forman numerosas remolinosa de carácter semi-permanentes y distribuidos de acuerdo a los contornos de la costa y configuración del fondo.

Parr (1957), apoyado por Sverdrup (1953), encontró que el flujo no es paralelo a las superficies isobáricas, sino — que en las Antillas Menores y en el Canal de Yucatán, fluye en sentido ascendente. Sugiere que el apilamiento se debe a la influencia de los vientos predominantes del este.

En consideración a las limitaciones de equipo y material humano, sólo fue posible delimitar una área de estudio relativamente pequeña, aproximadamente 200 km^2 , frente al puerto de Veracruz. Por su accesibilidad, los cruceros se efectuaban en un mínimo de tiempo, evitando así, que los muestreos e informaciones — complementarias, presentaran intervalos considerables y las consecuentes variaciones en los datos.

3.1 Línea costera.

La línea costera que limita la zona de estudio, respecto al puerto de Veracruz, tiene una orientación SSE a NNE; se encuentra comprendida, aproximadamente, entre las latitudes de — $19^{\circ}15'00''\text{N}$, a la altura de Punta Gorda y $19^{\circ}00'00''\text{N}$, a la altura de Las Barrancas. Por su distribución irregular, alcanza una longitud poco mayor de 40 km, (fig. 2).

Desde el extremo norte, donde se inicia la línea de costa, hasta el punto intermedio entre Punta Najarua y el arroyo — Vergara, se localiza un bajo de arrecifes que corre paralelo a la-

costa; posteriormente, se continúa una serie de médanos que disminuyen hasta la parte norte de Veracruz y donde se interrumpe, debido a las instalaciones portuarias, en una longitud de más o menos 3 km. Del límite sur del Puerto, la línea de costa se continúa — mar adentro para dar lugar a Punta Mocambo, cubierta de médanos; — desde esta punta, hasta poco más al sur de Antón Lizardo, en Punta Coyol, se tiene el accidente de mayor longitud de la línea de costa en cuestión, a manera de bahía, interrumpida únicamente por la desembocadura de Boca del Río, el cual, lo forman las confluencias de los ríos Jamapa y Moreno; este accidente está cubierto por pequeños médanos. A partir de Punta Coyol, la línea de costa se continúa de norte a sur pasando por Las Barrancas hasta el paralelo $19^{\circ}N$, límite sur de la línea costera considerada.

3.2 Principales aspectos de la topografía del fondo.

La topografía del fondo marino de la zona en estudio, se puede dividir en tres regiones de acuerdo con las características más sobresalientes, como se puede ver en la figura 2:

- 1).- La primera, comprendida entre los paralelos $19^{\circ}15'N$ y $19^{\circ}10'42''N$, presenta un relieve bastante irregular. En su mayor — parte, la profundidad aumenta paulatinamente desde la orilla hasta la isobata de 7 brazas, a partir de esta, el relieve se ve alterado por las formaciones arrecifales que interrumpen las isobatas — que van de las 8 a las 17 brazas. A la altura del puerto de Vera-

cruz, se encuentran los arrecifes de la Gallega, Galleguilla y la Blanquilla; pero el primero de éstos, es de mayor dimensión y con comunicación directa con las instalaciones portuarias; poco más al sur, se localizan los arrecifes de Hornos, Pájaros, Sacrificios y Verde, de estos dos últimos la parte que sobresale a la superficie del agua, forman las islas del mismo nombre, respectivamente.

2).- La segunda región, está comprendida entre las latitudes de $19^{\circ}10'42''N$ y $19^{\circ}06'27''N$. Se caracteriza por su fondo uniforme y por una pendiente de profundidad suave desde la orilla hasta la isobata de las 21 brazas.

3).- La tercera, se ubica entre los paralelos de $19^{\circ}06'27''N$ y $19^{\circ}N$, y al igual que la primera, las formaciones arrecifales dan lugar a una topografía bastante accidentada. Prácticamente, esta región se compone de arrecifes; después de las tres brazas, la profundidad se precipita hasta las 13 brazas para ascender inmediatamente, hasta el borde de los accidentes arrecifales, formando así, un canal estrecho que corre con paralelidad a la línea de costa. Circundando al arrecife Las Chupas, que es el de mayor dimensión en el área de estudio, se tiene el de la Blanca, del Medio, Polo y Rizo. Los de la Blanca y del Medio, forman las islas del mismo nombre.

CAPITULO II

1. SISTEMAS DE VIENTO Y CLIMA.

Sin intención de entrar en detalles que compete al campo de la Meteorología y de acuerdo a los propósitos del presente trabajo, sólo se mencionarán algunos aspectos generales que determinan las condiciones del viento que afectan las costas del — Golfo de México y en especial, las del Estado de Veracruz. Dentro de estas perturbaciones, destacan los vientos del norte, conocidos propiamente como "Nortes".

En el gran sistema de vientos que forman las Ali— sios y Contralísios, se presentan otros movimientos de masas de a— re originados por las diferencias de presiones, las cuales, según los cálculos estadísticos, pueden estar distribuidas en zonas en— que dominan alternativamente las altas y bajas presiones; bajas, — en las regiones ecuatoriales y templadas; altas, en las tropicales y polares, con irregularidades debido al contraste térmico que — existe entre los continentes y los océanos.

Con los avances de la Meteorología se ha llegado a— establecer, según el Boletín Climático No. 199 del I.M.N. "Ing. E. Domínguez" Vol. XVII, 1971, que en el curso del año, las formacio— nes ciclónicas tenían modos distintos de presentarse en ambos he— misferios: en el Hemisferio Norte, aparecían los ciclones inverna—

les, de América del Norte, procedentes de la depresión permanente de las Aleutianas, desplazándose hacia el SE e internándose a los EE.UU. por el NW, llegando hasta las costas del Golfo de México en donde con una desviación, casi tangencial al Trópico de Cáncer, toman rumbo NE penetrando en el Atlántico Norte después de haber cruzado por Terranova. Estos ciclones se les conoce como Extratropicales y se caracterizan por ser fríos y secos. Una segunda zona depresiva es la localizada en el Mar Caribe o en sus inmediaciones. Las perturbaciones ciclónicas generadas son las de verano; se desplazan con rumbo WNW y NW, y al llegar cerca de la Península de Yucatán o dentro del golfo, en latitud próxima a los 24° N, inician una recurva al norte, cruzando inmediatamente el Trópico de Cáncer; posteriormente enfilan al NE para penetrar al Atlántico entre la Península de Florida y Cabo Hatteras. Se trata de los ciclones intertropicales húmedos y con lluvias torrenciales.

Los ciclones Extratropicales, nos afectan primordialmente con su extenso frente frío que puede superar los 3,000 km, debido a que después de la surada o sector caliente, el viento cambia del norte rebasando la línea frontal con velocidades fuertes o violentas y que se han significado mundialmente como "Nortes" del Golfo de México; considerados de menor importancia que los huracanes, por actuar sus vientos en casi una misma dirección y ser relativamente secos, lo que hace menos destructivos sus efectos. El tiempo que actúan en área marítima no les permite levantar ras de mar, o sea, las olas de huracán demoledoras en las poblaciones costeras.

taneras.

1.1 Viento.

Durante el período comprendido de octubre a marzo, los vientos reinantes frente a la costa veracruzana provienen del norte, como se puede ver en el Cuadro 1, en general, son más débiles en otoño que en invierno cuando llegan alcanzar las máximas velocidades huracanadas y lo que les da el nombre común de "Nortes-Explosivos".

En el mes de octubre, el Estado de Veracruz todavía se encuentra influenciado por la actividad ciclónica de los meses anteriores, aunque se dejan sentir las primeras oleadas polares anticipadas al invierno; sin embargo, a partir de la segunda mitad del mes, los sistemas depresionarios se reducen en frecuencia y energía. De acuerdo a datos del Servicio Meteorológico del Golfo de México, las velocidades del viento registradas durante nueve días dispersos, alcanzaron un máximo de 60.5 km/h y un mínimo de 3.6 km/h y cuya suma total, arrojó un promedio mensual de 10.6 km/h. Para noviembre, los vientos del norte son los predominantes y a medida que transcurre el mes, van alcanzando mayores velocidades; en promedio, generalmente son de esperarse cinco días con nortes violentos como el del día 14 del mismo mes con rachas hasta de 192.2 km/h. Por otra parte, los sistemas depresionarios resultan menos frecuentes. Durante el mes de diciembre, existe una mayor inci-

dencia de los vientos del norte pudiéndose registrar en promedio, hasta seis días, de norte intercalados; así, los datos obtenidos arrojan precisamente seis días intercalados de vientos del norte con ráfagas muy fuertes oscilando entre 45-55 km/h. En el total del mes se obtuvo un promedio diario de 16.4 km/h. En enero, se tienen en promedio cinco días de norte violentos intercalados; como dato extraordinario se tiene el "Norte" huracanado del día 30 de enero de 1970 que alcanzó 67.5 m/s o 243 km/h, superando todas las marcas anteriores. En este mes, se tuvieron cinco días intercalados de vientos fuertes del norte, cuyas velocidades máximas fueron entre 45 a 55 km/h y 7.2 km/h como mínima; el promedio mensual fué de 15.7 km/h, lo que demuestra que las condiciones del viento son similares al mes anterior, cuadro I; para pasar a ser en febrero de velocidades frescas, aunque disminuye el promedio de días de "Norte". El día 12 del mes, se tuvo uno que alcanzó velocidades de 197.6 km/h y otro anterior a éste, con 88.9 km/h, como se puede apreciar, disminuyen los días de "Norte", pero los presentes alcanzan velocidades considerables, las cuales, son superadas en el mes de marzo en el que se presentan recorridos rápidos de oleadas polares, aunque cada vez menos frecuentes, todavía afectan el litoral del golfo, algunos de ellos con rachas huracanadas y que, por las características de su repentina intensificación, son conocidos como "Nortes Explosivos". Destaca extraordinariamente el "Norte Explosivo" que se presentó el día tres del mes, alcanzando la terrífica velocidad de 252.7 km/h, hecho que pasa a la historia en los análisis de la Meteorología del golfo; sus efec

tos se dejaron sentir en toda la zona costera oriental de México.- Con este mal principio de "Nortes", en el transcurso del mes se sucedieron otros seis con velocidades entre 50 y 60 km/h. En general, el mes de marzo se caracterizó por la intensidad de los vientos -- del norte y en promedio arrojó un valor de 25.6 km/h, siendo éste, el más alto durante el período en que se registran dichos temporales en el Golfo de México, ya que para abril, sólo se presentan en unos ocho días y en el resto del mes, las perturbaciones conocidas como suradas; por último, en la primera decena del mes de mayo, se marca el final de los vientos provenientes del norte.

En cuanto a la distribución barométrica para el mismo período de octubre a marzo, los valores de la presión atmosférica oscila entre 995.0 a 1012 mbs al nivel del mar. Durante el mes de enero, se presentan los valores máximos de presión y en comparación con los meses anteriores y posteriores, tiende a disminuir; -- así, se puede considerar que en el otoño, la presión va, en sentido ascendente hasta el mes de enero y en invierno, el sentido es -- descendente, (Fig. 3).

1.2 Clima.

Frete a la costa veracruzana, el clima es fundamentalmente de régimen tropical. Los afloramientos costeros ligados -- al sistema de vientos, dan una fisonomía especial al clima costero-

que se manifiesta en una región marítima rica en pesca frente a una área costera con abundante vegetación. Comúnmente los estudios del clima se realizan en base a las temperaturas del mar y aire, las nubes, precipitaciones, la evaporación y la humedad relativa, cuyas características principales de algunos de ellos, se mencionan a continuación. La evaporación y la precipitación, constituyen casos típicos de interacción entre la atmósfera y el océano.

Por las observaciones de campo y datos del Instituto de Meteorología Náutica, se determina que al año, la temperatura promedio en la costa es de aproximadamente 24.5°C , con una variación anual que oscila entre 4 a 6°C . El mes de agosto registra las temperaturas máximas de 29 a 30°C ; en cambio, diciembre arroja los registros mínimos de 19 a 20°C . En general, las estaciones de primavera y verano son las más calurosas con un promedio de 27°C y el otoño e invierno, las menos cálidas con 21 a 22°C en promedio.

La humedad relativa observada sobre la zona de estudio, decrece de octubre a diciembre, siendo en este último cuando se registra el menor valor de 74.6% , en cambio, de enero a marzo tiende a aumentar, alcanzando alrededor de 83% en febrero, (Fig. 3).

En la misma figura, la precipitación pluvial —

presente durante el año, se distribuye de una manera irregular en el Estado de Veracruz, siendo el interior del mismo, la zona más lluviosa en comparación a la zona costera. En general, de acuerdo a los datos referidos a la costa y durante 50 años, el periodo de lluvias empieza en el mes de julio, las lluvias más intensas con un promedio aproximado a los 360 mm. Otoño e invierno se caracterizan por una escasez total.

Los datos de precipitación pluvial de octubre a marzo del ciclo 1970-71, referidos al puerto de Veracruz, fueron de 30 mm en octubre a 15 mm en diciembre, para ser prácticamente inapreciables de enero a marzo.

La nubosidad es predominante en verano, especialmente del tipo cúmulus y altocúmulus. En invierno, se presentan los días neblinosos alcanzando, algunas ocasiones, tal intensidad que dificulta la visibilidad a escasa distancia.

2.- DISTRIBUCION Y VARIACION DE LOS PARAMETROS MEDIDOS.

Las propiedades del agua de mar, se agrupan en propiedades conservativas y no-conservativas. Dentro de las primeras, tenemos la temperatura y la salinidad, consideradas de mucha importancia para las finalidades del presente trabajo al igual que el oxígeno disuelto, comprendido éste dentro de las no-conservativas ya que está sujeto a cambios por efectos de fenómenos atmosféricos, procesos químicos y biológicos.

Por otra parte, los constituyentes del agua de mar, por su concentración están divididos en dos grupos: los macro y microconstituyentes. Los primeros llamados a veces elementos conservativos, hacen una contribución significativa a la salinidad, tal como ésta se define en Oceanografía: "El peso en gramos de las materias inorgánicas disueltas en un kilogramo de agua de mar, después de sustituirse todos los bromos y los yodos por cantidades equivalentes de cloro, de haberse convertido en óxido todos los carbonatos y de haberse oxidado completamente toda la materia orgánica".

Al hablar de la distribución, se da más énfasis en la superficie del mar, ya que como inter-fase, constituye la parte más importante, pues a través de ella, se realizan las interacciones entre el océano y la atmósfera.

2.1 Temperatura.

El parámetro más fácil de medir en el agua de mar, es la temperatura cuya distribución y variación, están fundamentalmente ligadas al balance energético de la masa de agua en cuestión.

El Pacífico es el más caliente de los océanos y el Atlántico, el más frío. Por otra parte, las temperaturas del Hemisferio Norte son en promedio más calientes que las del Hemisferio Sur, en todas su latitudes; todo esto es debido a la distribución de los océanos, al sistema de corrientes y a la influencia de los polos. En forma general, las temperaturas del mar se elevan hacia el ecuador y hacia los polos.

La temperatura superficial, varía en los océanos entre 33°C y -1.5°C . Los cambios anuales en la superficie es pequeña, menor a los 2°C en las aguas tropicales y Árticas; 7°C en latitudes medias y más de 14°C , en aguas encerradas en la misma latitud.

Los cambios en un ciclo anual decrecen con la profundidad, generalmente a partir de los 200 m y las aguas superficiales de los océanos, usualmente están separadas de las aguas profundas frías por un cambio relativamente brusco de temperatura, llamado Termoclina o capa de discontinuidad. Esta termoclina, puede ser permanente o temporal y aparece entre los 10 y 200 m de profundidad. Las aguas por encima de ellas son cercanas a una homotermal;

sin embargo, pueden variar debido a factores locales o temporales, tales como procesos de mezclas.

Particularmente, es de hacer notar que debido a lo reducido del área en estudio y a la escasa profundidad de la misma, la variación de los parámetros: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, etc., no presentan gradientes de consideración, al menos, durante el otoño e invierno en que se llevó a cabo el presente trabajo. Así, se tiene que en la primera de estas estaciones del año, la temperatura en la superficie está comprendida entre las isotermas que van de 24 a 25°C , cuya variación aumenta desde los puntos cercanos a la costa hacia mar adentro y como se aprecia en la figura 4, su distribución es algo irregular.

En invierno, la isoterma de 25°C se sitúa cerca de la costa. La temperatura aumenta hacia mar adentro hasta la isoterma de aproximadamente 24.5°C , lo que da un gradiente alrededor de 1.5°C ; sin embargo, en la porción sur del área, se presenta una temperatura uniforme de 25°C , (Fig. 5).

En general, la temperatura de superficie tiende a bajar bruscamente desde 28°C , en octubre a 24°C , en noviembre, para mantenerse más o menos constante, en este último valor, hasta febrero cuando empieza a elevarse, alcanzando aproximadamente 25°C en marzo, (Fig. 6).

En cuanto a su distribución vertical, como se puede apreciar en la misma figura, a principios de otoño se tiene en la superficie 28°C y a los 30 m de profundidad, 26°C . Para mediados de otoño y todo el invierno, la temperatura tiende a estratificarse uniformemente ya que para las mismas profundidades, se muestran las isotermas que van de 24.5°C a valores menores de 23°C , respectivamente.

2.2 Salinidad.

La salinidad, es otro de los parámetros conservativos que da características especiales al agua de mar y depende fundamentalmente de los procesos de evaporación y precipitación; según Zuta y Guillén (1970), los océanos tienen su máxima salinidad en las regiones subtropicales coincidiendo aproximadamente con el centro de las anticiclones y su mínima, en las regiones polares y en la parte oriental de los trópicos; es decir, que los máximos se presentan en las zonas de gran evaporación y los mínimos, en las zonas de gran precipitación.

Los gradientes longitudinales de salinidad, muestran que el promedio en la superficie del agua, durante el otoño, oscila aproximadamente entre las isohalinas de $39.00^{\circ}/\text{oo}$ a $38.00^{\circ}/\text{oo}$. Las concentraciones aumentan, en valores decimales, desde cerca de la orilla hacia mar adentro y con algunas variaciones zonales en las porciones norte y sur donde se localizan los bancos arrecifales —

del área considerada. En cambio, para invierno, los gradientes de salinidad son más uniformes, comprendidos entre 35 a 35.80‰. -- Los valores mínimos se localizan cerca de la costa y con un aumento en décimas hacia mar adentro. En la porción norte del área, se presentan las isohalinas de 36.00‰ o de valores cercanos, - - (Fig. 7 y 8).

Aunque las salinidades máximas se presentan en la superficie del mar, no siempre disminuye con la profundidad debido principalmente a flujos o perturbaciones meteorológicas, especialmente en aguas someras. En la figura 6, se aprecia que la distribución vertical de la salinidad, desde la superficie hasta los 30 m de profundidad, al igual que la temperatura, existe una marcada diferenciación ya que a principios del año, de bajas salinidades y con una distribución irregular, tiende a homogeneizarse en el transcurso de esta estación hasta el invierno, cuando se muestra con una estratificación uniforme que varía, desde la superficie a los 10 m, entre los valores de 35.50 a 36.00‰ para posteriormente, formar una capa más homogénea con concentraciones que van de 36.00 a 36.20‰ hasta los 30 m de profundidad. Ligado a esta uniformidad, puede considerarse al sistema de vientos que originan una mezcla total, principalmente cuando los "Nortes" alcanzan velocidades mayores de 40 km/h y los consecuentes acarrees de volúmenes de agua desde las partes externas hasta nuestra área.

2.3 Origeno.

El oxígeno es absorbido permanentemente de la atmósfera y también es producido por fotosíntesis. El que proviene de la atmósfera, se disuelve en el agua de mar hasta que se establece un equilibrio entre el sistema aire-agua y se aproxima a su valor de saturación en la superficie.

En la capa de asimilación, situada por encima de la termoclina, las condiciones son complicadas por la interacción mutua de diferentes factores. En las capas inferiores a la de asimilación, el oxígeno proviene casi exclusivamente del transporte de aguas desde la superficie, mediante movimientos verticales y horizontales. El oxígeno es consumido en los procesos de respiración y descomposición; de aquí, que su concentración se use como un indicador de la "edad" del agua, es decir, del tiempo de permanencia fuera de todo contacto con la superficie.

El valor de saturación del oxígeno en el agua de mar, depende de la temperatura y la salinidad y varía en razón inversa a estos factores; sin embargo, es la temperatura la que produce una mayor variación en la saturación, así, la variación en el tiempo y espacio de la temperatura superficial, es la que principalmente determina los valores de oxígeno en la superficie. Valores mayores de $7 \text{ mlO}_2/\text{l}$, se encuentran en las aguas frías de las altas latitudes y menores de $5 \text{ mlO}_2/\text{l}$, en las regiones calientes, próximas al ecuador.

Un litro de aire contiene aproximadamente 200 ml. de oxígeno, en cambio un litro de agua tiene alrededor de 9 ml. Este compuesto, junto al bióxido de carbono, forman los gases disueltos de mayor importancia en el agua de mar. Según Pearse (1936) se tiene una mayor disolución de oxígeno en agua dulce que en las marinas, pero con la ventaja de que en esta última, es menos difícil la respiración debido a los carbonatos que eliminan fácilmente el bióxido de carbono.

Por otra parte, frente a la costa de Veracruz, y dentro del área motivo de estudio, se aprecia que el oxígeno disuelto en el agua superficial durante el otoño, varía entre los valores de 4.0 a 5.1 mlO_2/l , con una distribución más uniforme en las partes contiguas a la costa donde se localizan las isolíneas que van de 4.0 a 5.0 mlO_2/l ; posteriormente y hacia mar adentro, se puede considerar que la concentración de oxígeno es homogénea, ya que se tienen variaciones de una a dos décimas únicamente, aunque con una distribución irregular, (Fig. 9). Para el invierno, la capa superficial del agua tiende a una homogeneización, cuyas concentraciones, están comprendidas entre 4.7 y 4.8 mlO_2/l , y presentan algunas variaciones particulares al norte y sur del área con valores de 4.9 y 5.0 mlO_2/l , respectivamente, (Fig. 10).

En cuanto a la distribución vertical del oxígeno, se observa una variación sobresaliente en los meses de otoño, en—

contrándose concentraciones, en los 10 y 30 m de profundidad, con valores predominantes de 4.7 y 4.9 mlO_2/l , respectivamente; para el mismo período, la capa superficial mantiene un valor alrededor de 5.0 mlO_2/l . Posteriormente en invierno, la concentración de Oxígeno tiende a una estratificación observándose las isolíneas de 4.9 mlO_2/l , en la superficie y de 4.5 mlO_2/l , a los 30 m de profundidad, (Fig. 6).

2.4 Corrientes.

El mar debe ser visto como un medio ambiente, que en su mayor parte, está en constante movimiento en forma de flujos regulares e irregulares causados por fuerzas dinámicas, tales como, corrientes, olas y mareas.

La circulación en los océanos, es decir, las corrientes, son desviaciones o cambios de lugar de las partículas fluidas, cualesquiera que sean su dirección e intensidad o también se pueden considerar como las desviaciones longitudinales del agua, movimientos en masa, por lo general horizontales, aunque en ciertos casos pueden ser oblicuos e incluso, verticales, Este continuo movimiento de las masas líquidas del mar, cualesquiera que sea su volumen, se debe a la influencia de las mareas, viento y a la radiación térmica del sol, Zuta y Guillén (1970).

Las corrientes se clasifican en dos grandes tipos:—

Aperiódicas y Periódicas. Las primeras, son aquellas que no presentan regularidad en dirección y velocidad; su origen está en la distribución de la energía solar o en las fuerzas de los vientos. Pueden mover volúmenes considerables de agua, principalmente las corrientes conocidas como de Densidad que junto a las de Deriva y Pendiente, constituyen los tres grupos en que se subdividen.

Las de Densidad, están ligadas a las diferencias de temperatura y salinidad, y por tanto, a la densidad del agua que existe a lo largo de líneas verticales situadas entre dos puntos del océano. A esta categoría corresponden las grandes corrientes oceánicas como la Corriente del Golfo, Kuro Shivo, etc.; la fuerza de coriolis, las desvía hacia la derecha en el Hemisferio Norte. Para el cálculo de estas corrientes es necesario obtener aproximaciones exactas de los valores de temperatura y salinidad, además, llevarse a cabo en una misma campaña para evitar largos intervalos de tiempo.

Las corrientes de Deriva, son producidas por el viento que actúa sobre la superficie del mar durante cierto tiempo en una misma dirección, la cual, al producir un flujo hacia la costa, el nivel de la superficie líquida se eleva y al cesar el viento, el agua acumulada se desliza en sentido contrario, dando lugar a las corrientes de Pendiente. En fondos de cierta importancia, la dirección del flujo forma un ángulo de 90° respecto a la pendiente

descendente del fondo, y como ésta es perpendicular al litoral, el agua se moverá en sentido paralelo a ella tan pronto como se haya alcanzado la profundidad suficiente. En ciertos casos, la velocidad de Fendiente y de Deriva se suman por lo que alcanza un 5.9% - de la que lleva el viento; Sverdrup (1940).

En cuanto a las corrientes Periódicas, tienen su origen en las mareas; sus desviaciones son las más violentas y peligrosas, sobre todo en los sitios angostos y pasos de los umbrales submarinos. Coinciden con las oscilaciones de mareas.

Se dividen en corrientes alternativas, cuando su dirección es la misma que la de mareas y giratorias, cuando "gira" - en todas las direcciones posibles alrededor de un punto fijo. En realidad, siempre existe una combinación de los dos tipos.

Los principales beneficios biológicos que se derivan de la circulación, son: 1) Oxigenación de la superficie del agua, - 2) Dispersión de los residuos metabólicos, 3) Dispersión de nutrientes y 4) Dispersión de esporas, huevos, larvas y organismos adultos.

Palmer (1930) y otros autores, han obtenido resultados satisfactorios en el cálculo de las corrientes asociadas con la velocidad del viento: las agrupó por direcciones de este y calculó las corrientes así originadas, cuya resultante total, conectada con las direcciones del viento, debe ser igual a cero.

Aplicado este criterio se obtiene la corriente en la superficie, W , con la siguiente fórmula empírica de aproximación: $W = K \sqrt{V}$, de donde:

$K = 2.7$, constante de proporcionalidad cm ,

$W = cm/s$, velocidad de la corriente.

$V = mts/s$, velocidad del viento.

Nuestra área en cuestión, sufre una mínima influencia del sistema de la corriente Nor-ecuatorial Atlántica, ya que la corriente de Florida, continuación de la que pasa por el Canal de Yucatán, al cruzar éste, toma un rumbo norte pasando por Cuba hasta el Estrecho de Florida, por lo que en las costas del Golfo de México, sólo se presentan mínimas influencias de las desviaciones de la corriente de Florida. En base a esto, las corrientes en las márgenes costeras de Veracruz, son de suma complejidad, no presentan direcciones ni velocidades constantes por el hecho de estar sujetas a las irregularidades del fondo y a los fenómenos meteorológicos, principalmente en el periodo de octubre a abril en que estas costas son afectadas por los vientos del norte. Así, — las corrientes en el Área de estudio, referidas a estos sistemas de vientos y de acuerdo a datos observados en el campo, los promedios mensuales de las velocidades en sentido casi perpendicular a la costa, es decir, de norte a sur, fueron de 4.5 cm/s en octubre y aumentando progresivamente hasta marzo, en que alcanzan aproximadamente 7.0 cm/s. En casos especiales, la corriente puede llegar a una velocidad alrededor de 22.5 cm/s, como sucedió con —

el "Norte" del 3 de marzo de 1971 con ráfagas de 250.7 km/h.

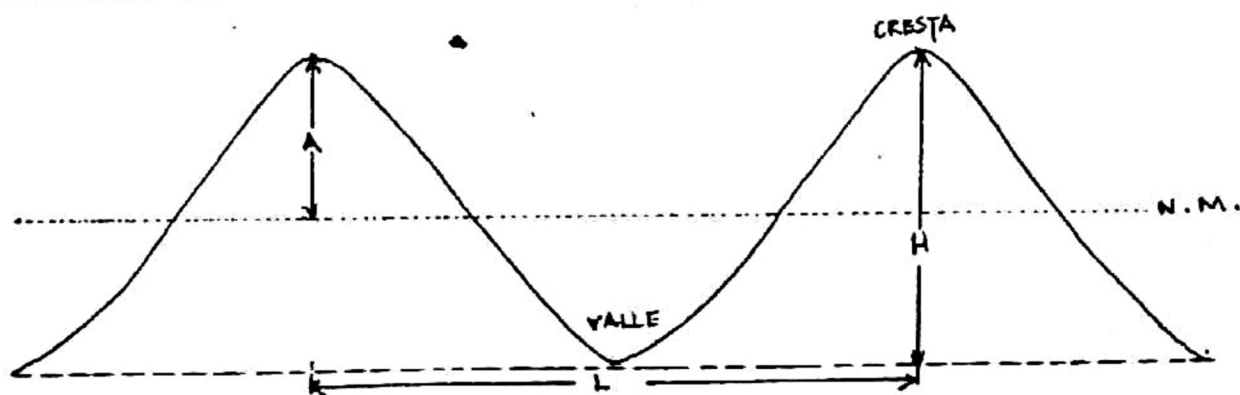
2.5 Olas y mareas.

El conocimiento científico del oleaje en los océanos, su formación y su trayectoria, no son del todo conocidos. En cambio, las mareas presentan un panorama más claro.

Considerando estos factores físicos, como datos complementarios de las aguas en la zona de estudio y por las limitaciones del trabajo, sólo se hará una exposición somera.

El viento actúa sobre el mar produciendo un movimiento en las capas superficiales del agua llamado oleaje, de los que hay dos tipos: libres y forzadas. Las primeras, tienen su origen fuera del punto observado y afectan una gran área; las segundas, se forman en las cercanías del lugar por un viento de suficiente fuerza y con influencia en una reducida área.

A manera de ejemplo, se destacan las siguientes características de las olas:



H = Altura de la ola.

L = Longitud de la ola.

T = Período de la ola.

A = $H/2$, amplitud de la ola.

$C_w = L/T$, velocidad de propagación de la ola.

$\delta = H/T$, pendiente de la ola ($\delta_{\max} = 1/7$).

Tres factores influyen en las dimensiones de estas olas: la velocidad del viento, su tiempo de duración y la extensión del océano abierto que es afectado.

De acuerdo a las observaciones estimativas hechas en cada una de las estaciones hidrográficas, se tiene que en general, las condiciones del mar en la superficie pasa constantemente de mar rizada, de diminutas olas y débil período, a mar cabrilloso en que el viento provoca que la altura (H) de la ola crezca — más rápidamente de lo que permite su longitud (L) , entonces hay un rompimiento de la cresta que se cubre de espuma. Con la presencia de los "Mortos", es muy difícil determinar las características del oleaje, pero en promedio se estimó que en tales circunstancias, la altura de la ola alcanza de 1 a 1.5 m con respecto al nivel del mar y de corto período. Además, hay que destacar que en combinación con la corriente, la ola logra cruzar las paredes verticales que forman el malecón del puerto de Veracruz, depositándose el agua en plena calle.

Por otra parte, las mareas son una forma de olas marinas de período grande que juegan un papel importante en los procesos costeros; se presentan en forma de levantamientos y descensos rítmicos del agua. Cuando alcanza su nivel máximo o mínimo, la marea parece quedar detenida y se dice que "estoa", (estoa de pleamar y de bajamar).

Las causas que rigen este fenómeno son la atracción gravitacional de la luna y el sol; pero principalmente por la primera a pesar que la influencia del sol es 150 veces mayor. La razón se explica por la lejanía de ambos astros de nuestro planeta: el sol dista 53×10^6 millas, mientras que la luna un promedio de 239×10^3 millas y con gran diferencia en la atracción gravitacional entre un lado y otro de la tierra. Esta gira sobre su eje una vez por día, lo que da lugar a que gran parte de la misma esté sujeta a dos pleamares y dos bajamares al día. En cambio, la luna gira alrededor de la tierra a razón de una órbita por mes, lo que da lugar a que un día lunar tenga una duración de 24 horas y 50 minutos, es decir, 50 minutos más que el día solar.

Las dos situaciones más importantes en la variación de las mareas, son:

a).- Cuando la tierra, la luna y el sol están en línea (equinoccios), es decir, están en fase; la amplitud de la marea llega -

al máximo, dando lugar a las "mareas vivas". En realidad, ocurre en luna nueva y llena, aproximadamente cada dos semanas y con una duración de dos a tres días, presentándose el nivel del mar con elevaciones y descensos fuera de lo usual.

b).- Cuando los tres astros forman un ángulo recto (solsticios), es decir, cuando están fuera de fase; en este caso, la pleamar y la bajamar son alrededor del 20% menos que el promedio.

Otra variación importante, se debe al perigeo y apogeo de la luna, cuando las mareas se presentan en un 20% más altas o más bajas de su promedio normal.

La marea se atrasa cada día debido a que el día solar es ligeramente menor que el lunar, como ya vimos anteriormente. De aquí que si la marea ha ocurrido casi al final de un determinado día, puede ser seguida por una marea que se presenta a comienzos del tercer día (saltándose uno). Es así como en ciertos días del mes hay sólo una pleamar y una bajamar, llamada marea -- diurna; aunque en general, las más comunes son las mareas semidiurnas, en que dos estas sucesivas de pleamar se encuentran separadas por un periodo de 12 horas 25 minutos. Otro tipo, son las mareas mixtas.

El único medio disponible para caracterizar las mareas

de un lugar, consiste en medir su período y amplitud, es decir, - el tiempo que transcurre entre dos estoas de pleamar y la diferencia entre la marea alta y la siguiente marea baja. Así, de acuerdo a los boletines meteorológicos y a las Tablas de Mareas del Golfo, en el puerto de Veracruz, de octubre a marzo del ciclo 1970-71, la predominancia fué de mareas semidiurnas sobre las diurnas, con un promedio mensual de 1.6 pies de amplitud.

2.6 Transparencia.

La transparencia en el mar está en función del grado de absorción de la radiación solar por el agua, los organismos, las partículas en suspensión, etc. La penetración de la luz solar en el agua, disminuye exponencialmente con la profundidad y esta reducción es dada por el coeficiente de extinción "K" que viene a ser la extinción de la luz por metro de profundidad. Parece producirse a menudo una rápida absorción en el primer metro de profundidad.

En el mar se presentan aguas claras, de gran transparencia y aguas turbias, de poca transparencia. Las aguas costeras son generalmente turbias debido principalmente a la presencia de plancton, detritus orgánicos y partículas en suspensión.

La distribución de la transparencia en el mar, da una idea aproximada de la intensidad y extensión de la producción

actual, Una estimación, a groso modo, de la transparencia, se obtiene mediante las observaciones con el disco de Secchi, mismas que permiten calcular el valor aproximado del coeficiente de extinción (K), mediante la fórmula siguiente:

$$K = 1.7 d^{-1}, \text{ donde } d, \text{ es la profundidad dada por el disco de Secchi.}$$

La medida de la transparencia resulta ser un método sencillo e indirecto de determinar aproximadamente la producción orgánica estableciendo que las aguas menos transparentes, son las más productivas y viceversa. Una de las áreas más transparentes es el mar de los Sargazos, donde la profundidad de la zona eufótica alcanza los 120 mt, debido a su pobreza, con solamente pocas algas existentes.

Las aguas costeras frente al puerto de Veracruz, se caracterizan por su poca transparencia. Durante las estaciones de otoño e invierno, los valores promedios de la transparencia disminuyen hacia la costa hasta alcanzar aproximadamente 6 mt, esto se aprecia, principalmente, en las porciones media y norte de la zona en estudio, ya que en la porción sur, la disminución hacia la costa alcanza un valor promedio de 9 mt, La distribución de la transparencia en nuestra zona, está influida en gran parte, por la presencia de las formaciones arrecifales y la inestabilidad del agua producida por los vientos del norte. Ha-

cia mar adentro, se tienen los promedios máximos de transparencia que van de 11 a 12 mt, (Fig. 11).

CAPITULO III

1. RELACION ENTRE LOS FACTORES DEL AGUA CON SIDERADOS Y LA ABUNDANCIA DE PESCA.

La sierra, Scomberomorus maculatus (Mitchill), de acuerdo a datos estadísticos pesqueros, es una de las especies de mayor importancia económica que se capturan en el litoral del Golfo de México, (foto 5).

Su distribución geográfica son las aguas costeras de mares tropicales y subtropicales de ambos hemisferios, a profundidades menores de 60 m, Klina (1959). Algunos autores señalan la isla de Monhegan, Maine, como límite norte y la costa brasileña, como límite sur, sin aclarar con precisión la localidad, -- (Fig. 12).

Efectúan movimientos periódicos migratorios limitados por la temperatura, sin sobrepasar, generalmente, la isoterma de 20°C, Munro (1943) y Klina (1959).

En aguas nacionales, la encontramos desde la costa de Tampico hasta Quintana Roo y con irregularidades según la temporada del año, (Fig. 13).

Es importante señalar que, según Mendoza (1968), -

un poco más del 95% de la captura de sierra en el golfo, corresponden a una área relativamente pequeña comprendida de Playa Norte, Ver. a Barra de Tonalá, límite de los Estados de Veracruz y Tabasco.

Los campos pesqueros de sierra comprendidos en la zona de influencia del puerto de Veracruz, se disminuyen, al norte: — Chachalacas, Playa Norte hasta Punta Gorda, La Antigua y Villa Rica; y al sur: Mocambo, Boca del Río, Antón Lizardo, Las Barrancas y Coillado. Destacan Chachalacas, Mocambo y Las Barrancas como las de mayor producción, (Fig. 13).

Otro aspecto interesante es de que el volumen de captura de sierra ocupa el cuarto lugar de los productos pesqueros que llegan al Distrito Federal, su principal mercado consumidor, a pesar de que esta producción se obtiene mediante métodos y artes de pescar rudimentarios. De acuerdo a datos de la Oficina de Inspección de Pesca del Puerto de Veracruz, un 95% de las artes lo constituyen el — chinchorro playero, de 200 m de largo por 6 m de alto y el restante, el curricán.

Además de la sierra, las otras cinco especies de escama que tienen importancia por su volumen de explotación, son: peto, cojinuda, cazón, huachinango y sábalo. En la década de 1960-70, la explotación de sierra aumentó, como se aprecia en la figura 14. Alcanzó durante este período de tiempo, el volumen mínimo, en 1962 de aproximadamente, 1,250 ton y el máximo, en 1968 con 3,500 ton .- - -

En cambio, la explotación mensual de sierra, en la misma década, fueron dos períodos de máxima alternados con otros dos de mínima. El primer período de máxima en el año, se inició prácticamente a fines de febrero o principios de marzo, y en el transcurso de este mes, tuvo un aumento considerable hasta alcanzar un volumen máximo; posteriormente, la captura decreció notablemente hasta mayo. De mayo a mediados de agosto, el volumen de producción fué mínimo, pero a partir de septiembre, volvió a incrementarse considerablemente, hasta alcanzar otro máximo en noviembre, a partir del cual, se presenta el segundo período mínimo de explotación terminando a fines de febrero, (Fig. 15).

Por otra parte, es interesante la explotación de sierra llevada a cabo de octubre a marzo del ciclo 1970-71, en las costas del puerto de Veracruz, (Fig. 16). Estos meses coinciden con el final del segundo período de máxima explotación (octubre y noviembre), así como con el segundo período de mínima (diciembre a fines de febrero) y con el inicio del primer período de máxima que principia en febrero y alcanza el mayor volumen de captura en marzo. Además, otoño e invierno, es la temporada cuando las costas del Golfo de México se ven afectadas por los vientos del norte, que como se mencionó, alcanzan las máximas intensidades en febrero y marzo, siendo las mismas estaciones del año, las menos calurosas con temperaturas que oscilan en un promedio de 21 a 22 °C; en diciembre se tienen los valores más bajos de 19 a 20°C. En cuanto a la precipitación pluvial, sólo se registra de octubre

a diciembre con un descenso de 30 a 15 mm, respectivamente; y prácticamente insignificantes de enero a marzo.

En la misma figura, la explotación de sierra descendió de un valor cercano a las 500 ton, en octubre, a menos de 300-ton, en noviembre, para posteriormente mantenerse por encima de este valor hasta diciembre, final del otoño, cuando la temperatura en la superficie del agua fue de 24.5°C , salinidad de $39.5^{\circ}/\text{oo}$ y el oxígeno de aproximadamente $5.0 \text{ mlO}_2/\text{l}$, en promedios. Durante enero, la producción continuó en sentido descendente y finalizado este mes, se tuvo un volumen total de 100 ton; pero es el mes de febrero cuando la producción llegó al más mínimo valor del año, — por encima de las 50 ton; sin embargo, contrasta sorprendentemente el mes de marzo, por el aumento de los volúmenes de captura, arrojando al final del mes, un valor aproximado a las 1,100 ton, también este mes marca la terminación del invierno cuando las condiciones en la superficie del agua mantienen un promedio de temperatura por encima de los 25°C , una salinidad de $35.00^{\circ}/\text{oo}$ y una concentración de oxígeno de $4.8 \text{ mlO}_2/\text{l}$; cerrándose así, el ciclo de octubre a marzo de 1970-1971.

CAPITULO IV

1. RESULTADOS Y DISCUSION.

Una vez expuesto lo anterior, los resultados generales que se obtienen del balance entre los factores ambientales analizados, la migración de sierra, y los volúmenes de captura, — son de cierta limitación, debido principalmente a la escasa información que sobre estos mismos aspectos, han sido obtenidos tanto en aguas nacionales como extranjeras y que pudieran tomarse como referencia.

La zona estudiada es relativamente pequeña, el fondo marino y el agua que lo cubre, forman un conjunto muy complejo. El primero, lejos de ser un fondo uniforme, presenta grandes irregularidades por las numerosas formaciones arrecifales, algunas de las cuales, sobresalen a la superficie dando lugar a pequeñas islas, tales como: Sacrificios, Verde, del Medio, etc.,

De octubre a marzo, ciclo, 1970-71, período que comprende este trabajo, la precipitación pluvial es mínima o nula, — ya que de octubre a diciembre se tiene un valor promedio cercano a los 20 mm y este último mes, es el de más bajas temperaturas, — de 19 a 20°C.

A partir de la segunda mitad de octubre a fines de-

abril, o principios de mayo, la costa del Golfo de México es afectada por los vientos del norte, los cuales, pasan de débiles en otoño a fuertes en invierno, principalmente en el mes de marzo y los que por su intensidad huracanada, son conocidos como "Nortes-Explosivos".

Los vientos dominantes en la costa de Veracruz, en combinación con los arrecifes, dan lugar a continuas variaciones del medio líquido, así como las consecuentes alteraciones de la circulación superficial del agua que en general, no presenta un patrón definido de circulación excepto cuando tiene lugar un "norte" fuerte, el cual, origina que las corrientes coincidan con el sentido del viento, en este caso, de norte a sur. Sin embargo, estas condiciones no parecen influir como factores determinantes, en las pesquerías de la zona.

En otoño de 1970, como puede verse en la figura 16, la producción de sierra bajó de aproximadamente 500 ton en octubre, a poco más de 300 ton en diciembre. Este descenso a la producción coincide con la disminución de la temperatura superficial del agua, de 28°C en octubre a 24.4°C en diciembre. Para el mismo intervalo de tiempo, la salinidad varió de 35.3 a $35.7^{\circ}/\text{oo}$, alcanzando un máximo de $36.00^{\circ}/\text{oo}$ en noviembre; el oxígeno permaneció casi constante en una concentración de $5.0 \text{ mlO}_2/\text{l}$. (Fig 6).

Para el invierno de 1971, en los meses de enero y-

febrero, la producción de sierra continuó en descenso con volúmenes de captura de 100 a 50 ton, respectivamente, y las condiciones de temperatura, salinidad y oxígeno en la superficie del agua, permanece casi constante respecto a los últimos meses del otoño. Sin embargo, a partir de marzo, cuando la migración de sierra tiene lugar de sur a norte, la captura aumenta sorprendentemente hasta alcanzar 1,100 ton, aproximadamente. A la vez, este incremento coincidió con el aumento de la temperatura en el agua y con un leve descenso de la salinidad y oxígeno.

2. CONCLUSIONES.

De todo lo expuesto y discutido sobre las características hidrográficas generales de las zonas de pesca del pez — sierra, frente a Veracruz, Ver, durante el otoño e invierno del — ciclo 1970-71, las conclusiones de mayor interés, son las siguientes:

I.- La zona de estudio comprende, prácticamente, las áreas de mayor producción de sierra, tales como: Punta Mocambo y Las Barrancas. Según las condiciones hidrológicas encontradas durante el estudio, esta zona muestra una estructura compleja.

II.- La costa del Golfo de México, es influenciada por vientos del norte que principian en octubre y terminan en mayo. Sobresalen — los llamados "Nortes" con duración de uno a tres días, en promedio, cuya intensidad origina mezclas, principalmente, en las aguas cercanas a la costa de escasa profundidad, por lo que se presenta una tendencia de homogeneización en la misma.

III.- La precipitación pluvial en la parte costera de Veracruz, — en los últimos 50 años marca un régimen bien definido. El período de lluvias se presenta de junio a octubre para ser casi inapreciable de noviembre a abril.

IV.- Los factores meteorológicos considerados, actúan indirecta-

mente sobre la ecología de la sierra.

V.- La causa o causas del comportamiento migratorio de la especie, está ligado principalmente a condiciones presentes en el agua. Con mayor inclinación a los factores temperatura, hábitos de alimentación y reproducción.

VI.- El análisis de las estadísticas de pesca, muestran la existencia de dos temporadas de máxima captura: la primera, de febrero a mayo con un máximo en marzo; y la segunda, de septiembre a diciembre, con el máximo en noviembre. Lo anterior, pone de manifiesto el movimiento migratorio de la sierra. El método de captura, exclusivamente con chinchorro playero, el cual, no permite la pesca más allá de un kilómetro de la costa, indica un acercamiento de los cardúmenes a la franja litoral.

VII.- En el otoño e invierno, se puede hablar de una agua con temperaturas superficiales de 24 a 24.5°C, aunque este enfriamiento, — más bien comprende de 4 a 5 meses de las mismas estaciones, lo que predominan, son las temperaturas más elevadas y con ello, un ~~unmas~~ mayor período de calentamiento.

VIII.- La salinidad y el oxígeno en la superficie, referidas a las estaciones anteriores, varían de 35.00 a 36.00‰ y de 4.5 a 5.0 mlO₂/l, respectivamente. En cambio, con respecto a la profundidad, sus cambios son apenas de décimas. Así, se tiene que para ambos - -

factores, las variaciones son más amplias de acuerdo a las estaciones del año y menores con respecto a la profundidad. Esto se explica por el hecho de que las aguas están sujetas a un intenso proceso de mezcla durante los "Mortes".

IX.- No se ha determinado con exactitud el factor o factores que rigen los movimientos migratorios de la sierra. Sin embargo, todo hace pensar que es la temperatura, en conexión con el comportamiento biológico de la especie, el que juega el principal papel. Esto se deduce, en gran parte, porque en primavera el calentamiento de las aguas de latitudes bajas, aumenta considerablemente en comparación con las de latitudes medias, por lo que el paso de migración es de sur a norte. En cambio, el mayor enfriamiento que empiezan a experimentar las aguas de latitudes medias en otoño, coincide con la emigración de la especie hacia las bajas latitudes, estableciéndose así, el segundo movimiento de norte a sur; sin precisarse la distancia de estos desplazamientos.

X.- En la zona de estudio, la producción de sierra obtenida de octubre a marzo del ciclo 1970-71, descendió de aproximadamente 500 ton en octubre, a menos 100 ton, en febrero, pero en marzo se alcanzaron un volumen cercano a las 1,100 ton, todo esto, bajo algunas de las condiciones ecológicas ya establecidas en su oportunidad.

3. RESUMEN.

Este trabajo, es el resultado de un estudio preliminar de algunos de los factores ambientales del medio marino, frente a las márgenes costeras del puerto de Veracruz, relacionados principalmente con la migración de sierra, Scomberomorus naculatus (Mitchill), que se presenta en estas aguas, durante dos períodos alternados de máxima y mínima incidencia.

La sierra, constituye el principal recurso de las pesquerías en la costa veracruzana, cuyos antecedentes ecológicos ligados al comportamiento de la misma, son muy escasos, por lo que se consideró interesante realizar una serie de observaciones y estudios sobre las condiciones de temperatura, salinidad, oxígeno, corrientes, mareas y olas, así como de datos meteorológicos complementarios; todos ellos referidos al tiempo y el espacio y con aplicación a esta pesquería.

Se eligió la zona comprendida de Punta Gorda, al norte del puerto de Veracruz, hasta Las Barrancas, al sur, por comprender estos límites, las áreas de mayor producción pesquera. Las fronteras en el agua, se consideraron en forma estimativa, por lo que este estudio se limitó a las aguas más próximas a la costa y cuyas máximas profundidades se acercan a los 40 metros.

Desde octubre de 1970, a marzo de 1971, se efectua-

ron alternadamente los muestreos de campo y análisis de laboratorio. Habiéndose determinado 17 estaciones hidrológicas, se llevaron a cabo seis cruceros obteniéndose, en cada uno, alrededor de 40 muestras de agua para análisis de salinidad y oxígeno. Igual número correspondió a la temperatura, además de los datos meteorológicos complementarios.

La densidad de datos obtenidos, se obtuvieron a cada 10 m de profundidad, fueron trazadas sus distribuciones verticales y en la superficie del agua, poniéndose mayor interés en esta última por estar más ligada a las condiciones atmosféricas, en particular, a los vientos dominantes y a la precipitación pluvial.

El conjunto de información resultante, se relacionó con los volúmenes de producción de sierra, la que en general, ha ido en aumento en los diez últimos años; convirtiéndose así, en una especie de gran importancia económica, además de que dependen de ella, la mayoría del sector pesquero incluido en la zona de influencia del puerto de Veracruz.

CAPITULO V

1. APLICACIONES.

Las necesidades presentes y futuras para el desarrollo pesquero de nuestro País, demandan con urgencia, una planificación científica de esta actividad, principalmente, las investigaciones de aplicación que contribuyan al mejoramiento, cuidado, fomento y explotación racional de los recursos marinos.

En particular y tomando en cuenta sus limitaciones, el presente trabajo puede orientarse además, a las siguientes aplicaciones:

- 1.- **BIOLOGICAS.** Los procesos vitales de los organismos marinos, tales como el crecimiento, alimentación y reproducción, así como la supervivencia de larvas y la fuerza con que vienen las clases anuales, están íntimamente ligados a las condiciones del medio y sus variaciones, por lo que una orientación adecuada de un estudio de esta naturaleza, puede relacionarse con los procesos biológicos de una determinada especie.
- II.- **ARTES DE PESCA.** Desde luego que un arte de pesca no se puede desligar de la especie que captura; sin embargo, las condiciones físicas del medio influyen preponderantemente en su empleo, ya sea por la irregularidad del relieve submarino o por

la visibilidad del arte y reacciones del pez al arte, influencia de las corrientes y olas en las redes, sobre operaciones de arrastre, etc,. Así, el presente trabajo contribuye a la localización de zonas de pesca y el uso adecuado del arte, tales como: almadrabas, redes agalleras y chinchorros.

III.-CUADRO DE REFERENCIA. El presente estudio, puede servir de orientación para otros similares o en particular, como punto de partida para futuros trabajos en las costas del Estado de Veracruz tendientes al conocimiento y desenvolvimiento de sus pesquerías.

2. SUGERENCIAS.

Es común que la mayoría de las ocasiones, los datos que se obtienen de las pesquerías, se por el medio verbal de los pescadores que con los años, han adquirido amplia experiencia regional. Sin embargo, este tradicionalismo es un factor limitante en el avance pesquero, por lo que es necesario, insistir sobre la tecnificación de la misma mediante una mayor participación económica, de personal y de colaboración entre instituciones dedicadas al ramo.

Como complementos al presente estudio, se recomiendan:

- 1).- Realizar cruceros de pesca exploratoria que determinen con precisión, el peso del grueso de la tierra en las aguas del Golfo de México.
- 2).- Llevar a cabo estudios biológicos que permitan conocer los principales aspectos del ciclo de vida de la sierra, presente en aguas nacionales.
- 3).- Trabajos permanentes de investigación hidrológica en las zonas de mayor abundancia de sierra, de tal manera, que se pueda establecer un mejor conocimiento ecológico de la especie.
- 4).- Estudios sobre Geología Submarina en la costa veracruzana, a fin de determinar la naturaleza y demás características del fondo.

LITERATURA CITADA

CARRANZA J. PHASEL. 1963.

Los recursos marinos de México y su aprovechamiento.
Contribución No. 4 Mesas Redondas sobre problemas de la
Industria Pesquera.

Inst. Mex. Rec. Naturales Renovables. México, D.F.

GEORGE A.R. AND W.E. EVERHART. 1960.

Ciencia de Las Pesquerías. Sus Métodos y Aplicaciones. p 43
Salvat Edit, S.A.

INSTITUTO DE MET. NAUTICA "ING. E. DOMINGUEZ A".

Boletín Climático, Anuario 1971

Veracruz, Ver.

ILMO HELA AND TAIVO LÄEVASTU.

Fisheries Hydrography.

Fishing News (Book) Ltd.

110 Fleet. St. London, EC4

J. D. H. STRICKLAND AND T. R. PARSONS. 1968.

A Practical Handbook of Seawater Analysis. pp 11-21.

Fisheries Research Board of Canada. Ottawa, Canada.

MENDOZA H. ABEL. 1968 (TESIS PROFESIONAL).

Consideraciones sobre la Biología Pesquera de la Sierra
Scomberomorus maculatus (Mitchell), en el Estado de -
Veracruz, México. pp. 6 y 16.

Instituto Politécnico Nal. Esc. Nal. Ciencias Biológicas,
México.

OFICINA DE INSPECCION DE PESCA.

Datos Estadísticos de las Pesquerías de Sierra, 1970-71.
Veracruz, Ver.

SVERDRUP, JOHNSON AND FLEMING, 1946.

The Ocean. pp. pp. 637-642.
New York, Printice-Hall, Inc.

V. ROMANOVSKY, G. FRANCIS-BOENF AND J. BONCART. 1968.

El Mar. pp. 243, 252 y 254.
Editorial Labor, S.A. Méx.

ZETA SALVADOR Y GUILLEN OSCAR. 1970.

Oceanografía de las aguas costeras del Perú.
Instituto del Mar del Perú, Vol. 5, Vol. 2 pp. 163-180.
Callao, Perú.

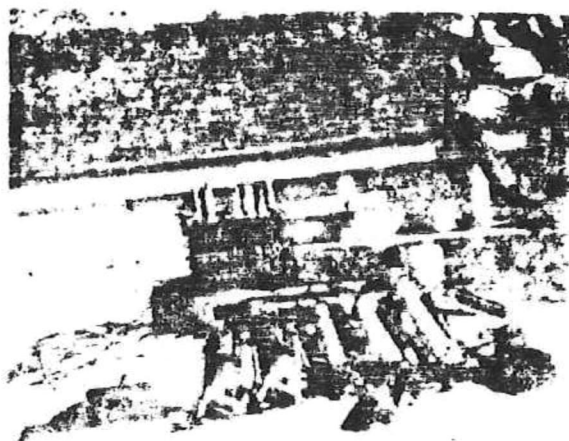


Foto 2. ESTELLAS NANSEN

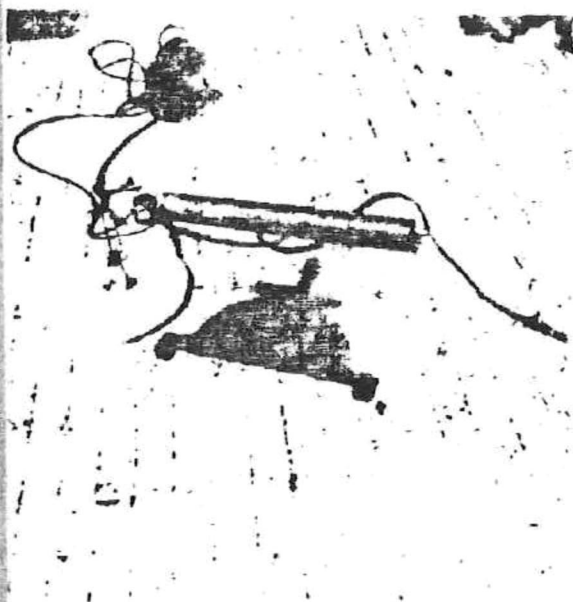


Foto 3. TERMOMETRO DE CUBETA Y
DISCO DE BECCHI

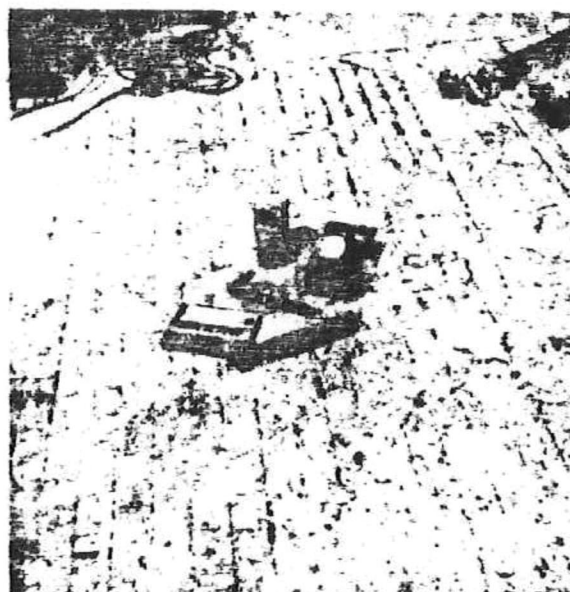


Foto 4. PSICROMETRO DE HONDA Y
AEROMETRO DE MEDIA VELOCIDAD

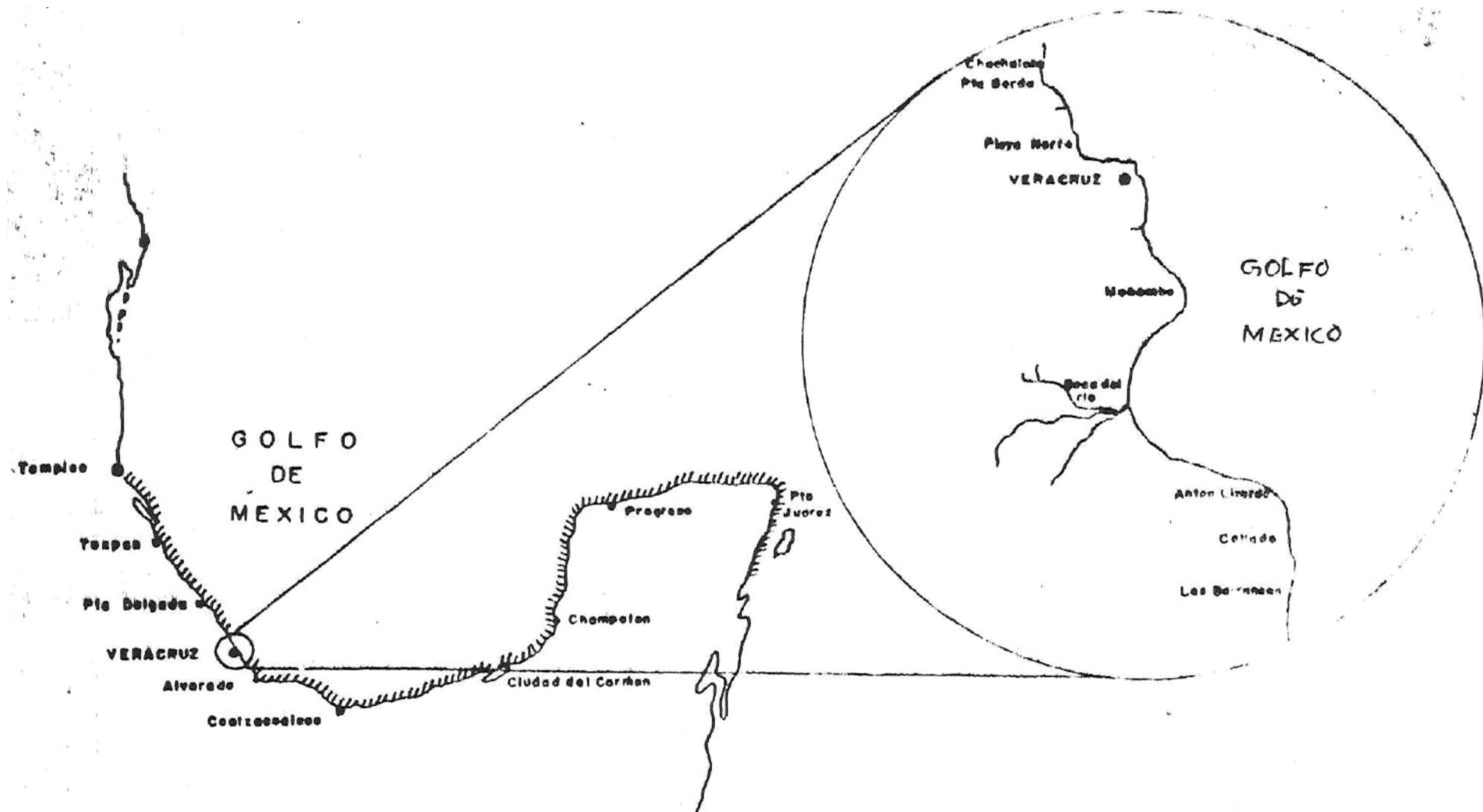
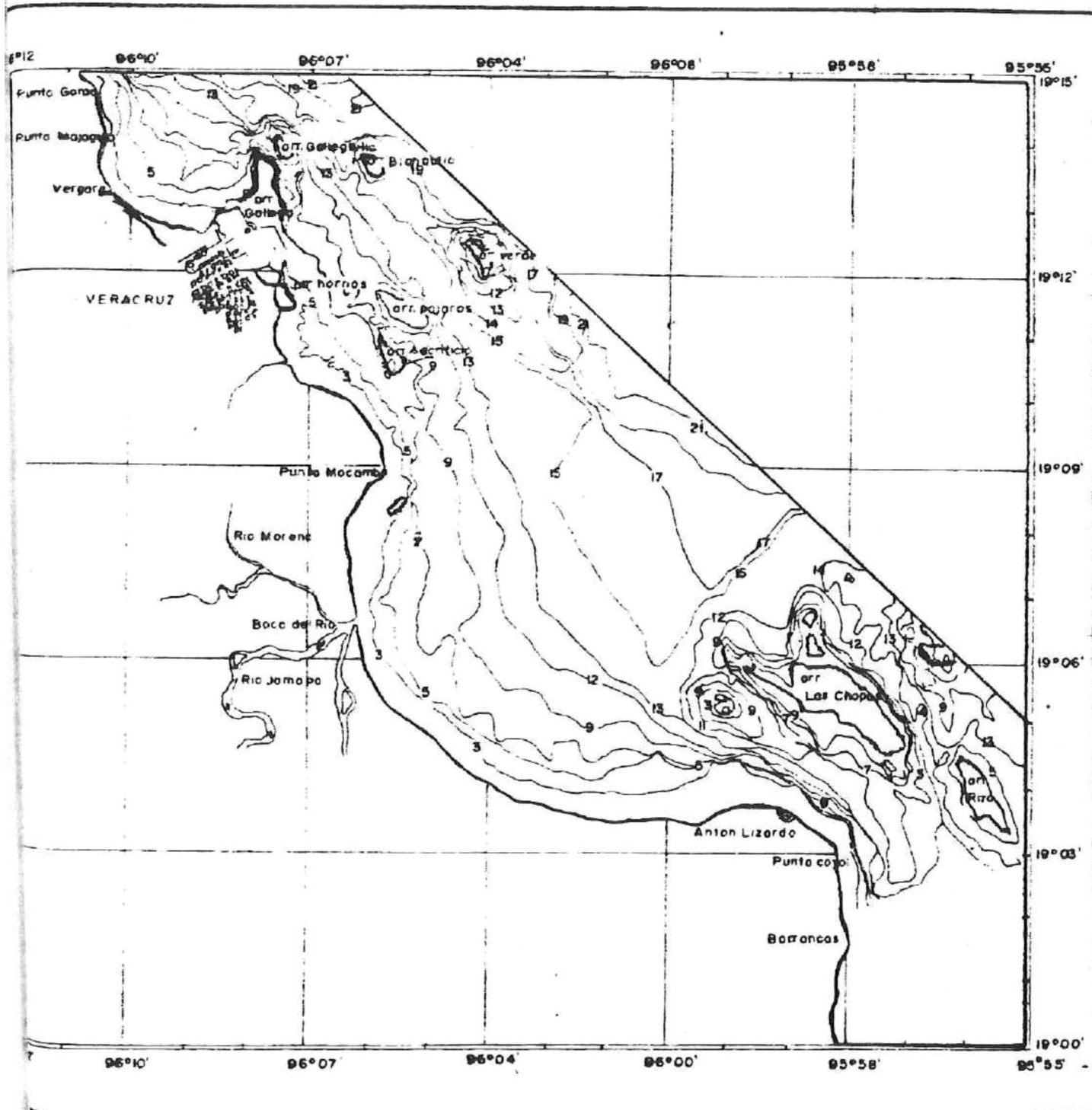


Fig. 13 DISTRIBUCION DE LA SIERRA EN AGUAS NACIONALES Y PRINCIPALES CAMPOS PESQUEROS DE LA ZONA EN ESTU. DIO



TOPOGRAFIA DEL FONDO MARINO EN BRAZAS, FRENTE A LAS MARGENES COSTERAS DEL PUERTO DE VERACRUZ, VER.
TOMADAS DE LAS CARTAS MARINAS H.O. 2606

CUADRO 1

DÍAS	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
1-10	46.0-2	14.4-1	11.7-4	302.1-7	254.0-7	427.2-5
11-20	191.8-5	228.9-2	243.8-7	161.7-5	229.6-7	221.4-5
21-31	803-2	30.6-2	133.2-1	8.2-1	49.3-1	121.4-4
Totales	3181-9	273.9-6	488.7-6	472.0-12	532.9-11	770.0-14
Promedio Mensual	10.6	9	6.4	15.7	17.7	25.6

PROMEDIO MENSUAL DE LOS VIENTOS DEL NORTE EN KMS/H DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE A MARZO DEL CICLO 1970-71 EN LA ZONA DE — VERACRUZ VER TOMADOS DEL BOLETIN, CLIMÁTICO DEL GOLFO DE MEXICO ANUARIO 1971. LOS NUMEROS DE LA ALMORDA, INDICAN LA SUMA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO DURANTE EL NUMERO DE DIAS QUE APARECE ALA DE PECHA.

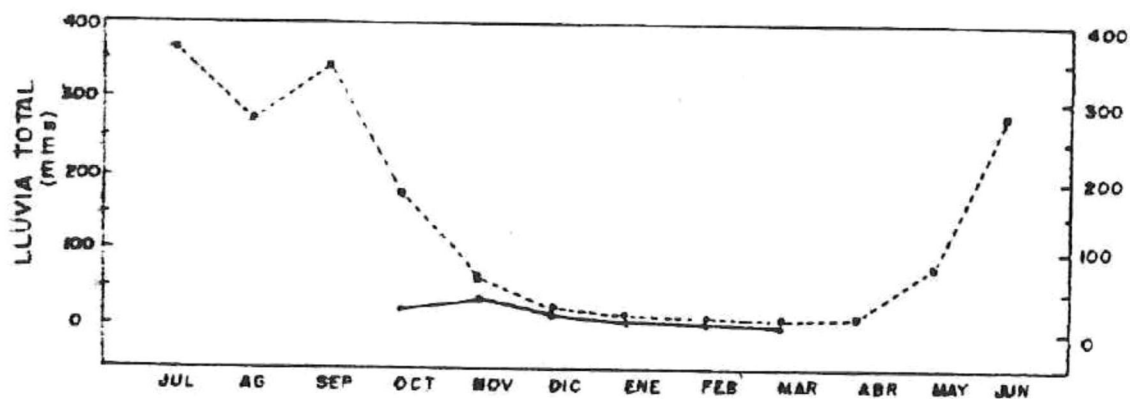


FIG (----) PRECIPITACION NORMAL EN 30 AÑOS, (—) PRECIPITACION MEDIA MENSUAL DE OCTUBRE A MARZO DEL CICLO 1970-1971, EN EL PUERTO DE VERACRUZ. VER.

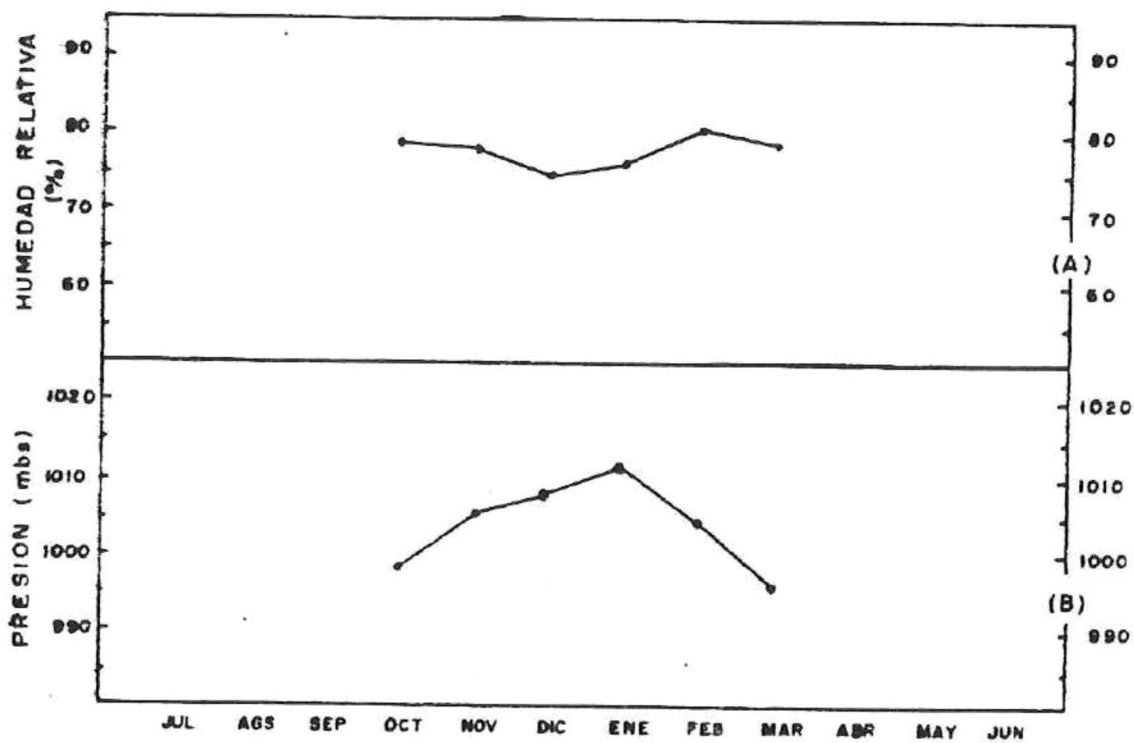
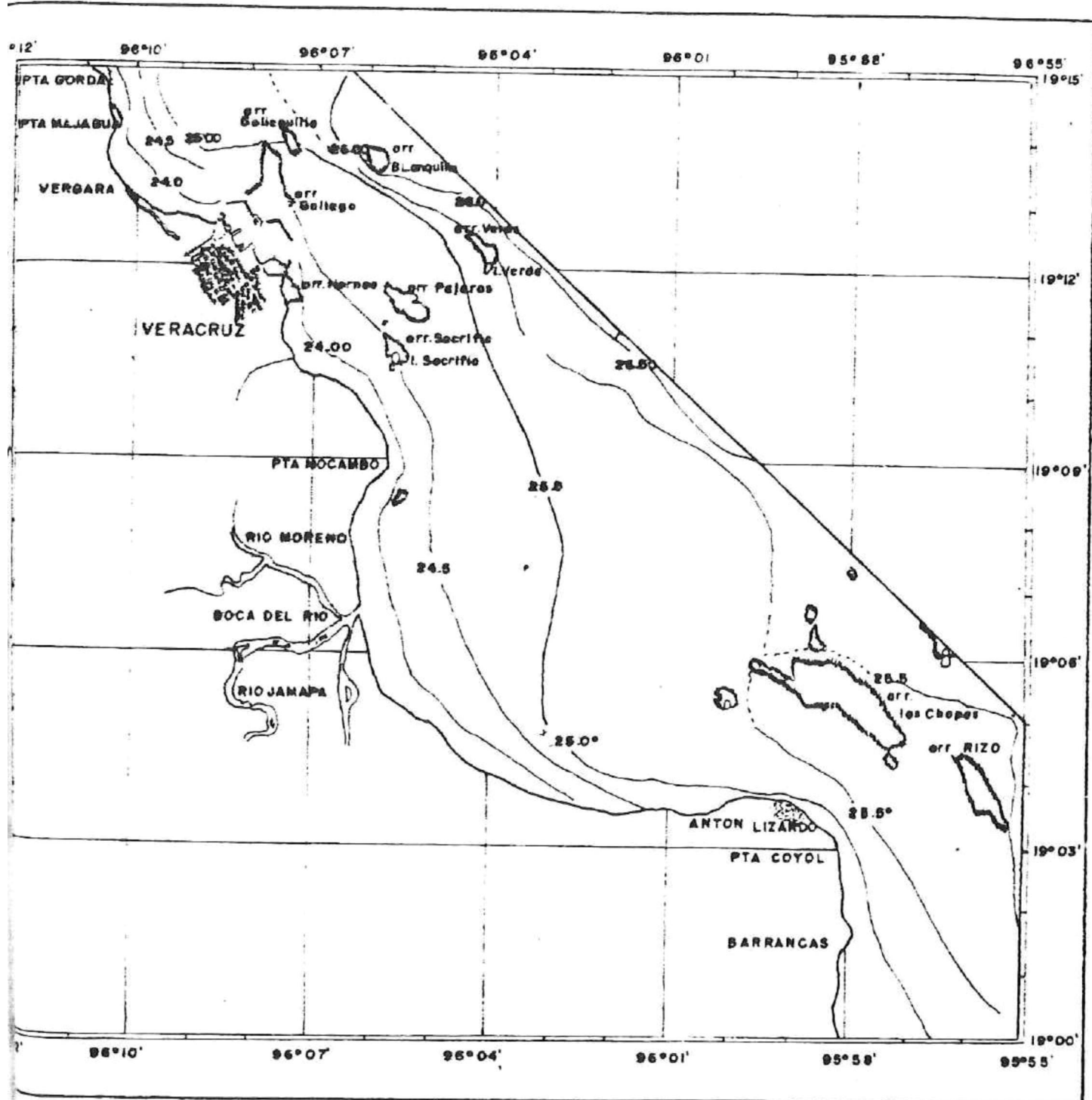
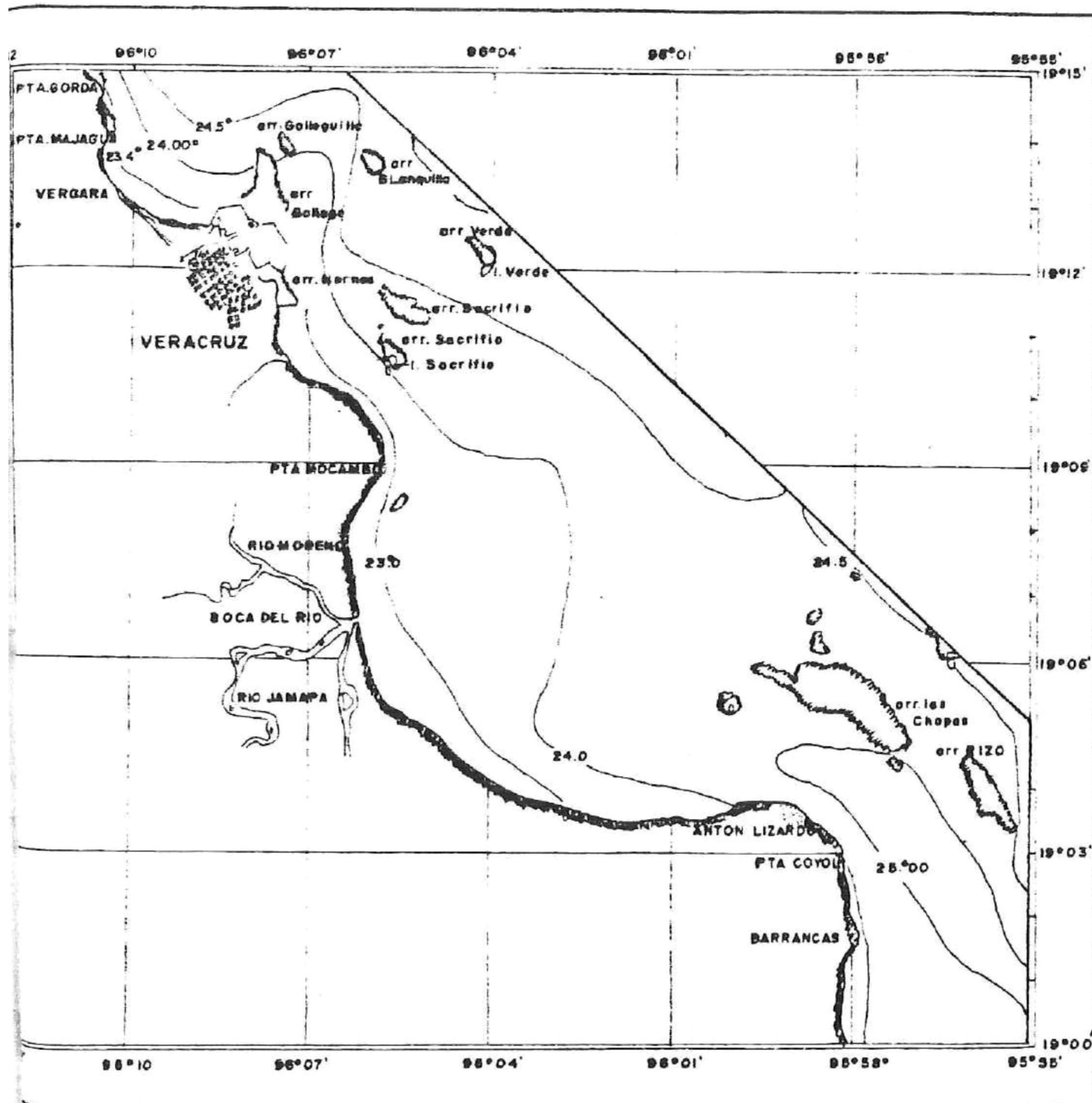


FIG 3 PROMEDIO MENSUAL DE OCTUBRE A MARZO DEL CICLO 1970, 1971 DE HUMEDAD RELATIVA (A) Y PRESION (B) FRENTE A LA COSTA DEL PUERTO DE VERACRUZ. VER.



14 TEMPERATURA PROMEDIO (°C) DE LA SUPERFICIE DEL AGUA EN EL OTOÑO (OCTUBRE, NOVIEMBRE, DICIEMBRE,)



5 TEMPERATURA PROMEDIO (°C) DE LA SUPERFICIE DEL AGUA, EN EL INVIERNO (ENERO, FEBRERO, MARZO)

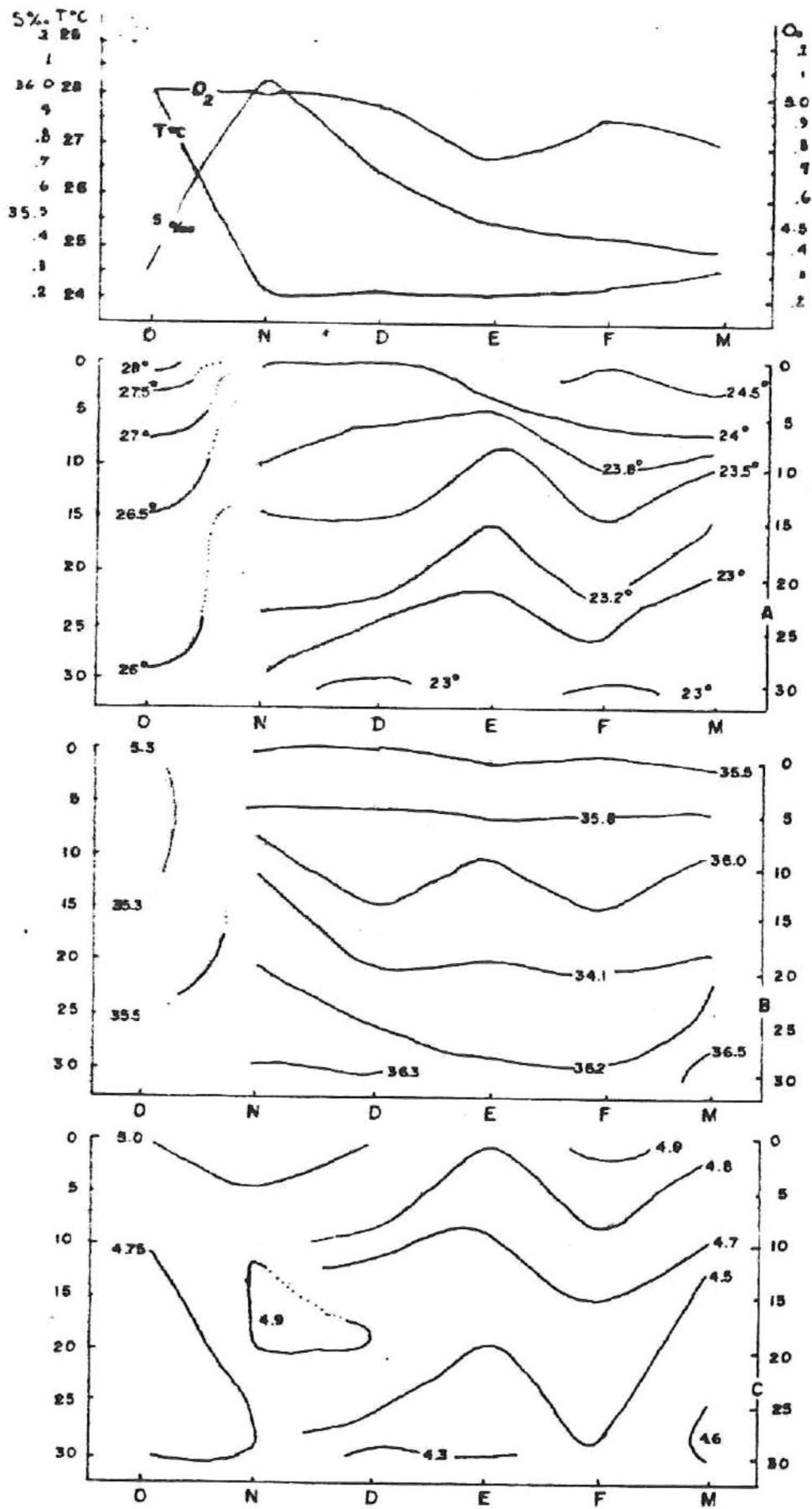
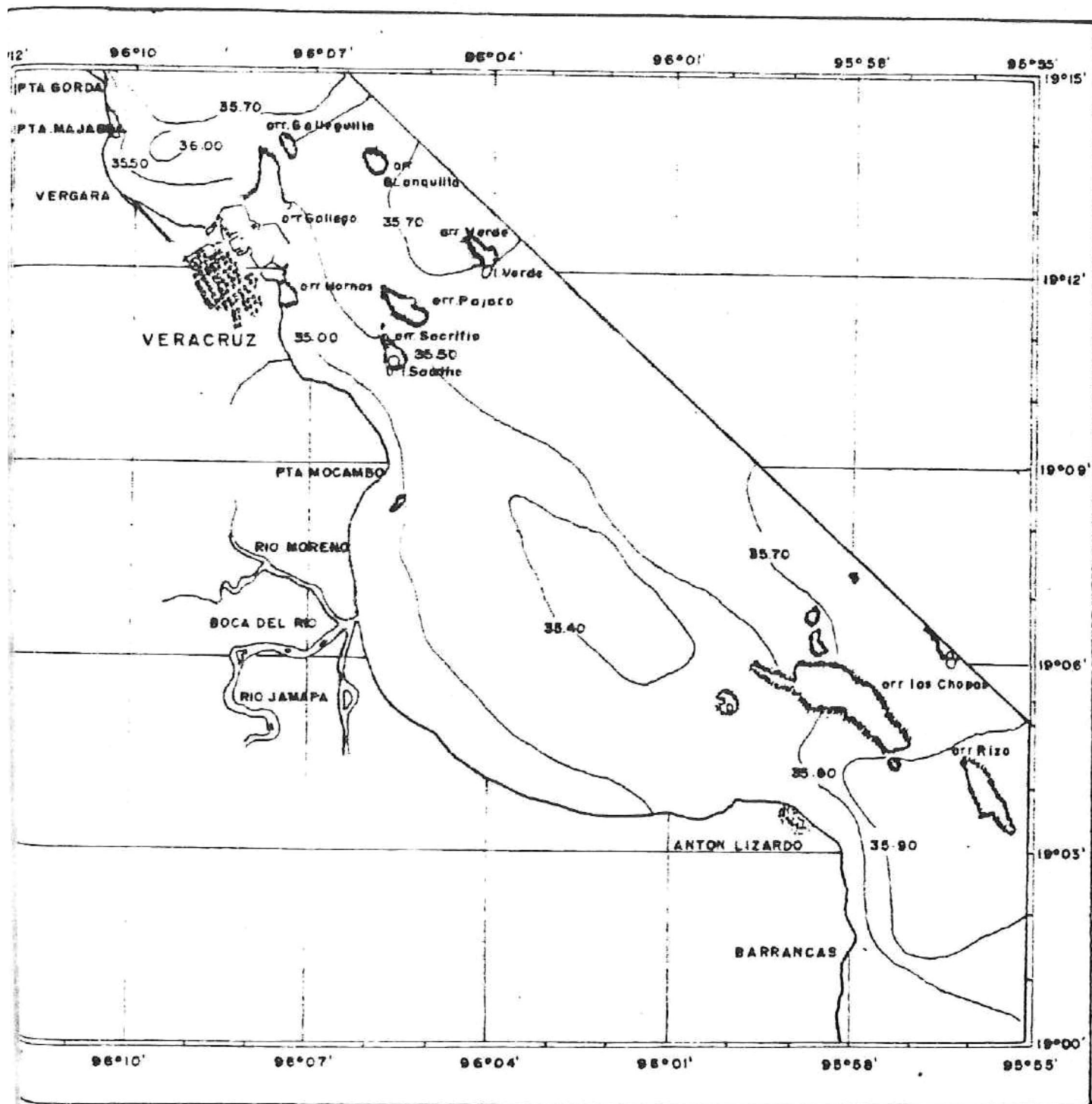
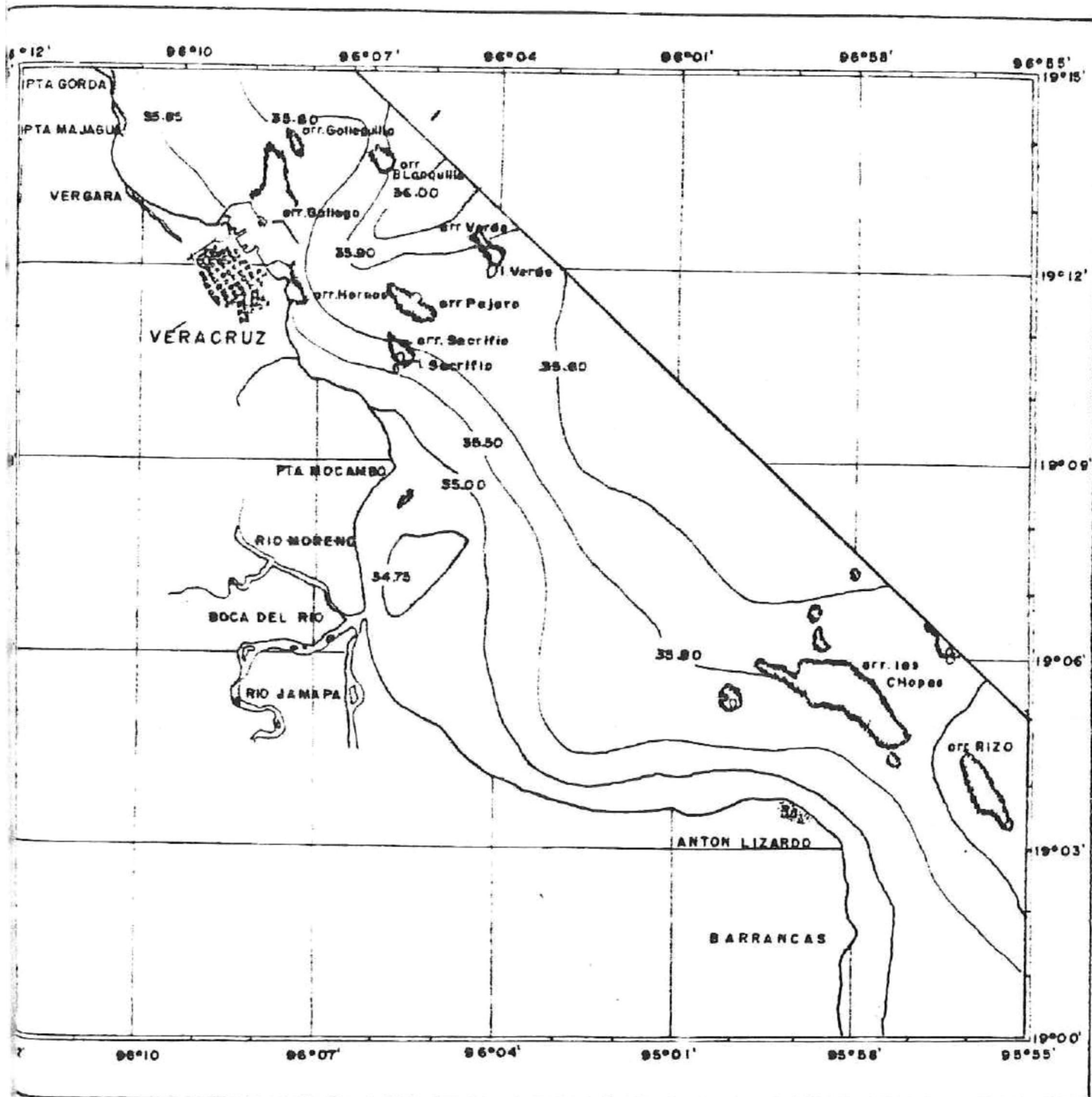


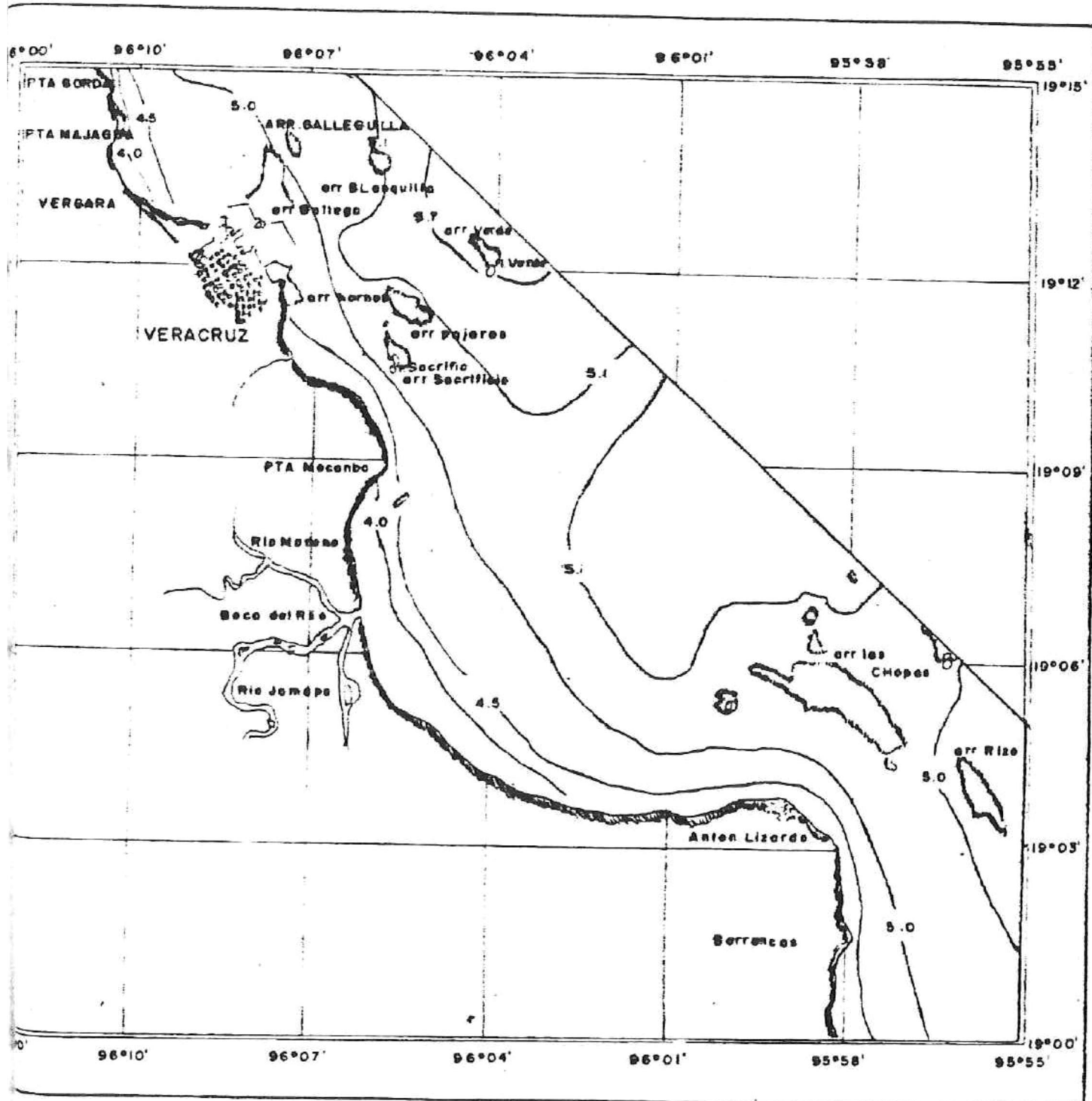
FIG 9.6 VARIACION ESTACIONAL DE TEMPERATURA (A) SALINIDAD (B) Y OXIGENO DISUELTO (C) EN LA CAPA DE 0 A 20 MTS, FRENTE A LAS MARGENES DE VERACRUZ. LA VARIACION EN SUPERFICIE SE DA EN LA PARTE SUPERIOR DE (A)



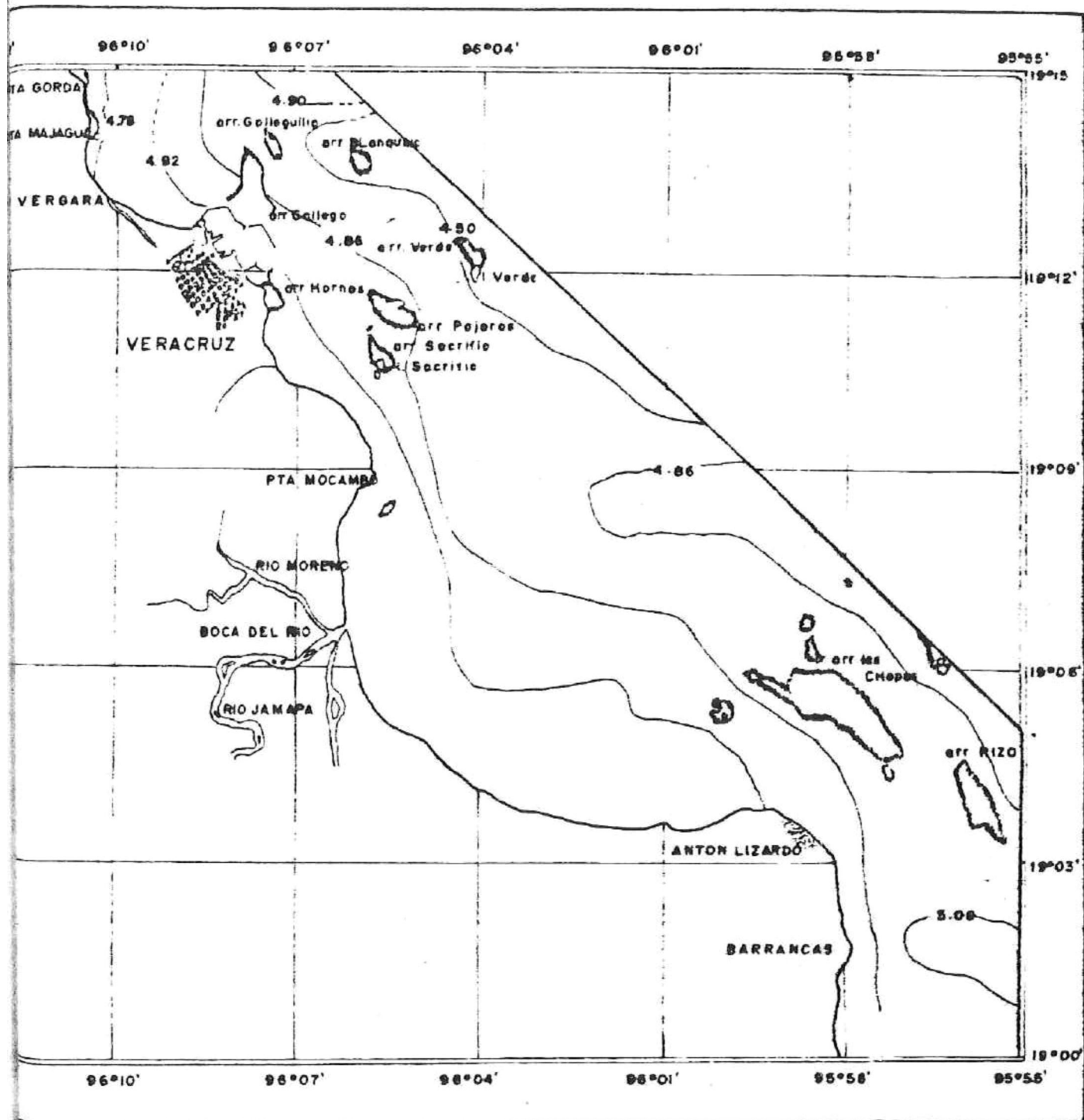
7 SALINIDAD PROMEDIO (‰) DE LA SUPERFICIE DEL AGUA, EN EL OTOÑO (OCTUBRE, NOVIEMBRE, DICIEMBRE)



8 SALINIDAD PROMEDIO (‰) DE LA SUPERFICIE DEL AGUA EN EL INVIERNO (ENERO, FEBRERO, MARZO)



9 OXIGENO DISUELTO PROMEDIO (ML/L) DE LA SUPERFICIE DEL AGUA EN EL OTONO, (OCTUBRE, NOVIEMBRE DICIEMBRE)



10 OXIGENO DISUELTO PROMEDIO (°C) DE LA SUPERFICIE DEL AGUA EN INVIERNO (ENERO, FEBRERO, MARZO)

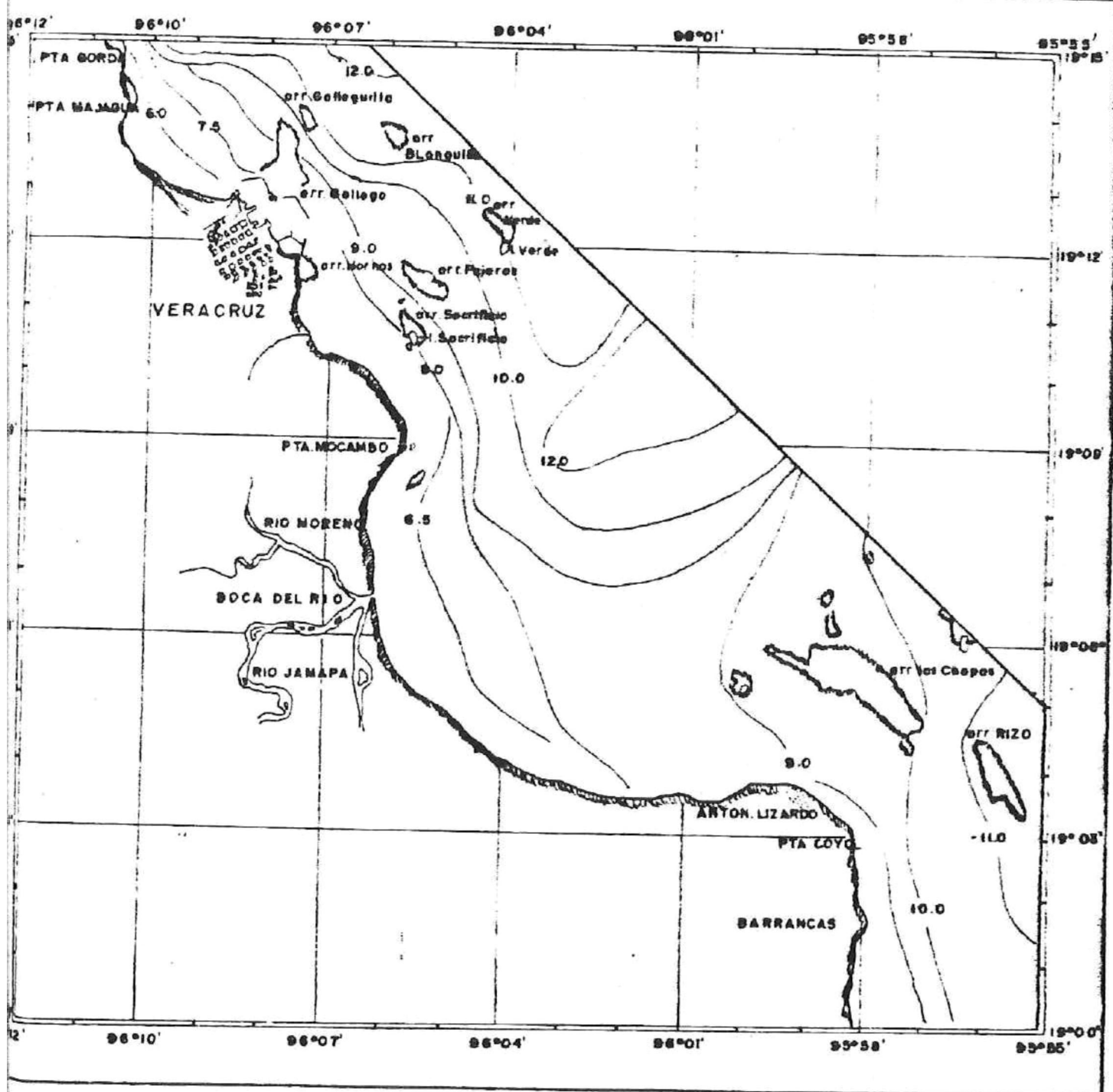


Fig. 11 TRANSPARENCIA PROMEDIO DEL AGUA EN MTS, CON DISCO SECCHI, DE OCTUBRE A MARZO

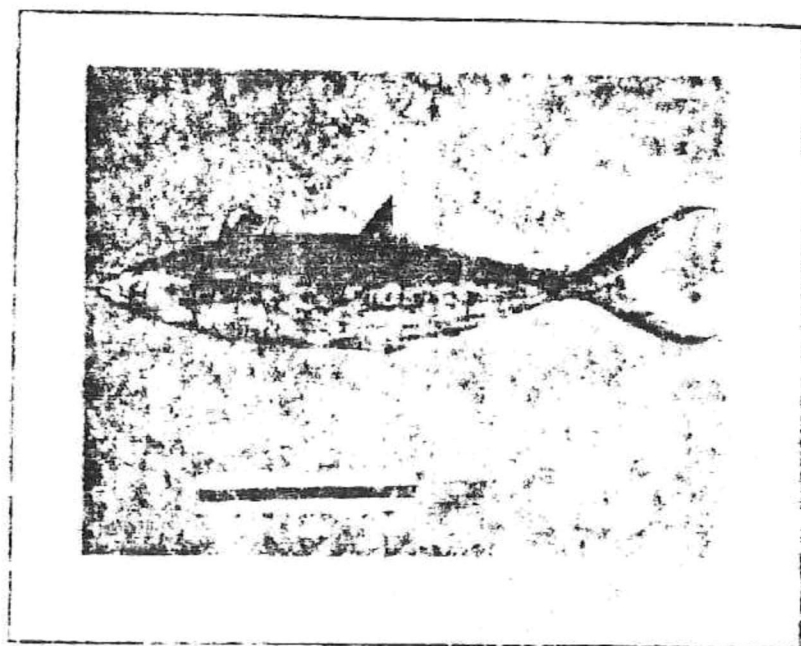


FIG 5 SIERRA Scomberomorus maculatus



FIG. 12 DISTRIBUCION ~~DE LA SIERRA NEVADA EN AMERICA~~
DE LA SIERRA EN LAS COSTAS ORIENTALES DE AMERICA

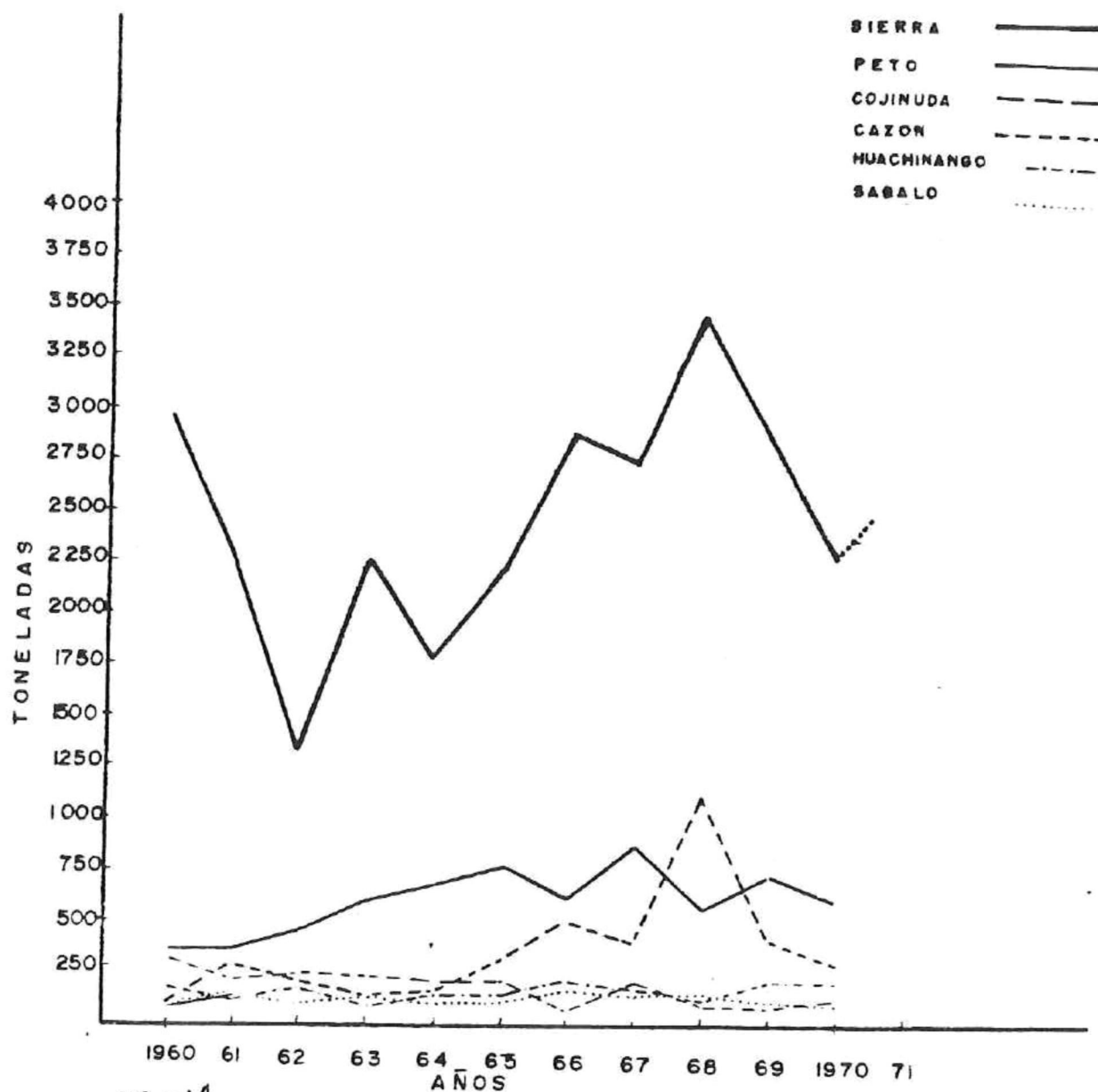


FIG. 14 PRODUCCION DE SIERRA Y CINCO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EN LAS MARGENES COSTERAS DEL PUERTO DE VERACRUZ EN EL PERIODO 1960-1970

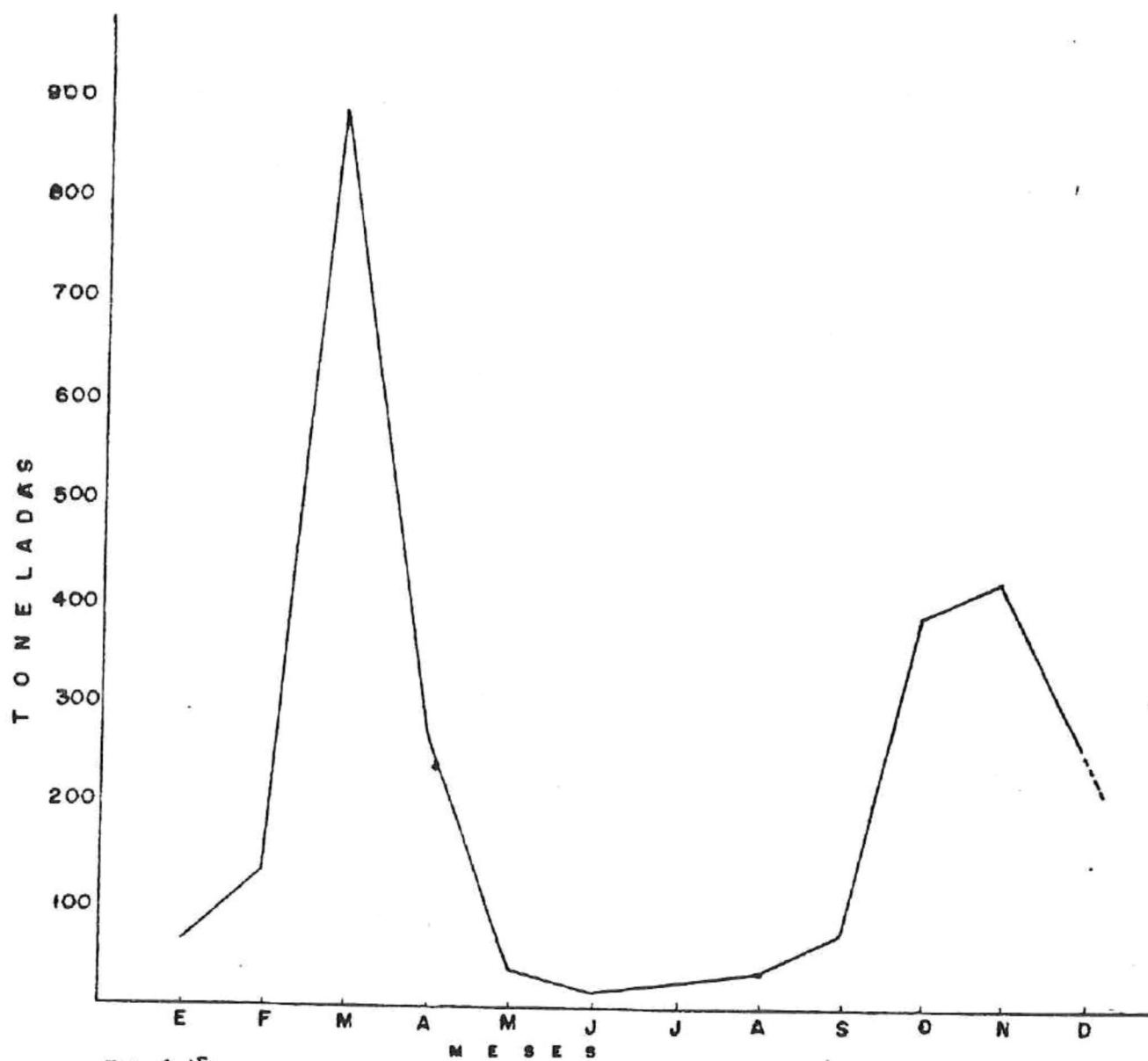


FIG. 15 PRODUCCION MEDIA MENSUAL DE SIERRA EN LAS COSTAS DEL
PUERTO DE VERACRUZ DE 1960 - 1970

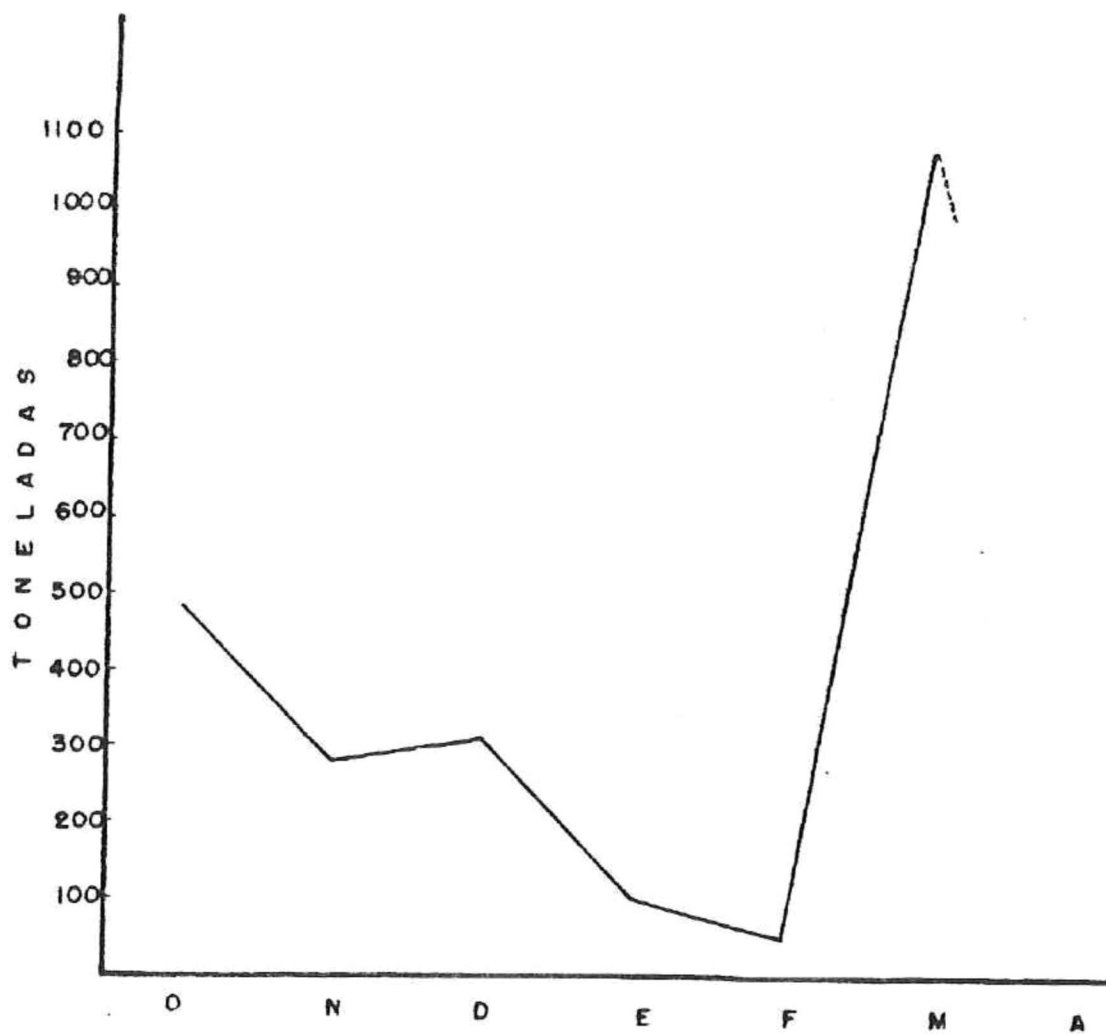


FIG. 16 PRODUCCION MENSUAL DE SIERRA EN LAS COSTAS DEL
PUERTO DE VERACRUZ, DE OCTUBRE A MARZO DEL CICLO
1970-1971