

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

La variacion en la abundancia de las cardumenes de  
peces pelagicosysu relacion con los factores  
ambientales en Bahia Magdalena ,B.C.S.

Tesis que presenta el biologo  
JOSE LUIS CASTRO ORTIZ como  
un requisito para obtener -  
el grado de Maestro en Cien-  
cias, con especialidad en -  
Ciencias Pesqueras.

LA PAZ B. C. S. \*MARZO 1984.

TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>RELACION DE TABLAS Y FIGURAS.....</b>	<b>1</b>
1.1	RELACION DE FIGURAS: .....	1
1.2	RELACION DE TABLAS.....	3
<b>2</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>INTRUDUCCIDN.....</b>	<b>6</b>
3.1	<b>DELIMITACION DEL PROBLEMA Y DEFINICION DE OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
3.2	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>12</b>
3.2.1	Las pesquerias de sardina en <b>Mexico</b> .....	12
3.2.2	La <b>poblacion</b> de <i>S. s. caerulea</i> .....	15
3.2.3	El efecto del <b>ambiente</b> .....	16
3.2.4	Las condiciones oceanologicas de la <b>region</b> .....	21
<b>4</b>	<b>MATERIAL Y METODOS.....</b>	<b>24</b>
4.1	<b>LA BASE DE DATOS.....</b>	<b>24</b>
4.1.1	Captura <b>comercial</b> .....	25
4.1.2	Temperatura ambiental.....	26
4.1.3	Temperatura superficial del mar.....	27
4.1.4	<b>Indices de surgencia</b> .....	27
4.2	<b>METODOLOGIA APLICADA.....</b>	<b>29</b>
4.2.1	Captura por unidad de esfuerzo.....	29
4.2.2	<b>Analisis</b> de correlacion de la <b>informacion</b> en.....	30
4.2.2.1	Correlacion lineal entre los factores.....	32
4.2.2.2	Correlacion lineal <b>entre CPUE</b> y los factores....	32
4.2.2.3	Correlacion cruzada de los promedios.....	32
4.2.2.4	Correlacion lineal de promedios moviles de.....	33
4.2.2.5	<b>Metodos</b> de correlacion <b>multiple</b> .....	35
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
5.1	<b>ANALISIS DESCRIPTIVO DE LA INFORMACION.....</b>	<b>42</b>
5.1.1	La captura de sardina.....	42
5.1.2	La <b>variacion</b> estacional de los factores ambientales....	45
5.1.3	Las anomalias o desviaciones.....	47
5.2	<b>RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CORRELACION SIMPLE.....</b>	<b>50</b>
5.2.1	Correlacion lineal de las series de datos.....	50
5.2.2	La correlacion entre <b>CPUE</b> y los factores.....	54
5.2.3	Correlacion cruzada.....	55
5.2.4	Correlacion de promedios moviles.....	57
5.3	<b>RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CORRELACION MULTIPLE.....</b>	<b>76</b>
5.3.1	Correlacion multiple con promedios <b>moviles</b> .....	76
5.3.2	Correlacion multiple con promedios desplazados.....	81
5.3.2.1	Pruebas <b>con</b> la serie de <b>sardina monterrey</b> .....	81
5.3.2.2	Pruebas con los datos de sardina <b>crinuda</b> .....	91
5.3.2.3	Pruebas con los datos del total de las.....	99
<b>6</b>	<b>DISCUSION Y CONCLUSIONES..</b>	<b>108</b>

4.i Conclusiones.....	11 5
6.2 Consideraciones finales.....	11 6
7 BIBLIOGRAFIA CITADA.....	118

## 1 RELACION DE TABLAS Y FIGURAS

### 1. 1 RELACION DE FIGURAS:

1. **Mapa de localizacion** de la zona de estudio y las estaciones de registro.
2. Representacion de la forma en que se estimaron los promedios moviles de las **surgencias**, **asi** mismo se indica la **notacion**.
3. Variacion interanual de la captura, el numero de **viajes**, y la captura por **viaje**.
4. Intervalo de variacion de las capturas de las diferentes especies y el total.
5. Representacion de la variacion de la **composicion** proporcional de la captura.
6. Variacion estacional de la captura de las diferentes especies y el total.
7. Representacion de la variacion de los promedios mensuales y anuales de la captura por unidad de esfuerzo.
8. Variacion estacional de los promedios mensuales de: **a)** Temperatura ambiental; **b)** Temperatura superficial **y;** **c)** **Indices** de surgencia.
9. Anomalias de los promedios mensuales de **temperatura** ambiental en siete estaciones, entre 1970 y 1981.
10. Anomalias de los promedios mensuales de temperatura superficial del **oceano**, en cuatro localidades, **entre** 1970 y 1981.
11. Anomalias de los promedios mensuales de los indices de surgencia en dos localidades, entre 1970 y 1981.
12. Correlogramas resultantes del  **analisis**  entre la CPUE y de sardina monterrey y temperatura ambiental.
13. Idem que **12**, pero **empleando** datos de temperatura superficial.
14. Idem que 12, empleando los datos de indices de surgencia.

15. Correlogramas resultantes del analisis entre la CPUE de sardina crinuda y temperatura ambiental.
16. Idem que 15, empleando datos de temperatura superficial.
17. Idem que 15, empleando datos de indices de surgencia.
18. Correlogramas resultantes del analisis entre la CPUE total y temperatura ambiental.
19. Idem que 18, empleando datos de temperatura superficial.
20. Idem que 18, empleando datos de indices de surgencia.
21. Desviacion del promedio mensual del numero de larvas de (a) sardina, (b) anchoveta, obtenidos por cruceros de investigacion en la costa occidental de Baja California Sur, entre 1951 y 1960.
22. Desviacion del promedio mensual de las surgencias para dos localidades en la costa occidental de B. C. S. de 1951 a 1960.
23. Esquema del modelo conceptual de la poblacion de sardina monterrey.
24. Representacion de la variacion diaria y semanal de los indices de surgencia de 1967, en 24 N y 113 W, (Preparada por el Dr. Andrew Bakun, 1973).

## 1.2 RELACION DE TABLAS.

1. Clave y especificaciones de las series de datos, empleadas en el analisis.
2. Resultados del analisis de correlacion entre los promedios mensuales de las series de datos de indicadores ambientales.
3. Resultados del analisis de correlacion entre los promedios anuales de las series de datos ambientales.
4. Resultados del analisis de correlacion entre las desviaciones mensuales normalizadas de las series de datos ambientales.
5. Resultados del analisis de correlacion entre los promedios anuales de CPUE y los datos ambientales, con retardo de hasta tres anos.
6. Resultados del analisis de correlacion entre las desviaciones mensuales de CPUE y las delos factores ambientales, con retardos mensuales.
7. Resultados del analisis de correlacion multiple entre los datos de CPUE de sardina monterrey como variable independientes y como variables independientes, los promedios anuales de esfuerzo, temperatura superficial y promedios moviles de los indices de surgencia hasta con tres anos de retardo.
8. Idem que 7, pero con datos de CPUE de sardina crinuda.
9. Idem que 7, pero con datos de CPUE totales.
10. Resultados del analisis de correlacion multiple entre los promedios anuales de CPUE de sardina monterrey como variable dependiente, y los promedios anuales de esfuerzo y temperatura superficial y los promedios moviles de orden seis de los indices de surgencia, como variables independientes, y con un retardo de hasta tres anos.
11. Idem que 10 pero eliminando una variable en cada iteracion.
12. Idem que 10, pero eliminando dos variables en cada i terac ion.
13. Idem que 10, pero eliminando tres variables en cada iteracion.
14. Idem que 10, pero con datos de CPUE de sardina crinuda.
15. Idem que 14, pero eliminando una variable en cada iteracion.

tab. y fig.

**16.** Idem que **14**, pero eliminando dos variables en cada iteracion.

**17.** Idem que **14**, pero eliminando tres variables en cada iteracion.

**18.** Idem que **10**, pero con datos de CPUE totales.

**19.** Idem que **18**, pero eliminando una variable en cada iteracion.

**20.** Idem que **18**, pero eliminando dos variables en cada iteracion.

**21.** Idem que **18**, pero eliminando tres variables en cada iteracion.

## 2 RESUMEN

En el presente ensayo se hace un analisis estadistico entre la abundancia relativa de sardina e indicadores ambientales, tales como temperatura ambiental, temperatura superficial y surgencias, en diferentes localidades de la costa occidental de Bahia Magdalena, B. c. s. de 1973 a 1981. Esto es con el proposito de establecer la existencia de relaciones entre la abundancia aparente de sardina y los factores ambientales, lo cual podria posteriormente servir para propositos de pronostico a corto plazo, a partir de un sistema de indicadores practicos y de facil obtencion.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa una relacion inversa entre la temperatura superficial y la abundancia, por otra parte las surgencias presentan aparentemente un efecto doble, es decir, las surgencias de verano-otono estan inversamente correlacionadas con la abundancia de sardina, incluso es probable que se presenten efectos retardados hasta de tres anos, en cambio las surgencias de invierno-primavera estan correlacionadas directamente, y tambien se observan probables efectos retardados, posiblemente este efecto tiene mayor importancia relativa al resto de los analizados, esto se discute a la luz de los conocimientos aportados hasta el momento.

### 3 INTRODUCCION

De los recursos marinos explotados en la actualidad los mas cuantiosos corresponden a los peces, segun las estadísticas mundiales, de los 65 millones de ton. en productos del mar **extraídos**, el 87 por ciento corresponde a esta clase y de estos el 25 por ciento pertenecen al orden **clupeiformes**, lo cual representa aproximadamente unos 14 millones de toneladas, que son capturados en gran parte en las aguas costeras de Peru y la costa occidental de Sudafrica. En las estadísticas nacionales se indica que la captura de clupeiformes, en 1980, fue de 462,545 ton. representando el 53 por ciento de las capturas totales (**Depto. de Pesca, 1980**), de estas el 73 por ciento se captura en la costa occidental de la península de **Baja California**.

Generalmente las zonas de alta productividad **están** asociadas con procesos de surgencia costera (**Cushing, 1975**), **tales** condiciones favorecen el establecimiento de comunidades dominadas por peces **plantofagos**, los que forman cardúmenes grandes y compactos, en algunas zonas la biomasa de estas **poblaciones** es muy grande, **como por ejemplo** en el sistema de surgencias en la costa del **Peru**, dando lugar a grandes **complejos** pesqueros **especializados**, el principal problema de su actividad es la **variación** de la abundancia de las poblaciones,

esto puede llegar a ser critico, como lo ocurrido con la pesqueria de sardina en las costas de California, E.U.A. ,o con la sardina de Hokkaido en el Japon. Otro ejemplo mas reciente es el de la pesqueria de la anchoveta Peruana, que es una de las mas cuantiosas del mundo (En 1973 produjo 13 millones de ton. y en la actualidad produce tres millones en promedio). Por otra parte las actividades de investigacion estan rindiendo sus primeros frutos, se han desarrollado modelos para algunas pesquerias incorporando como variables a ciertos indicadores de cambios ambientales, de los que se hara referencia posteriormente, esto es de gran interes para la industria pesquera y a que al contar de un estimador de la disponibilidad de los recursos, se podrian planear con la debida anticipacion las operaciones de la industria y de la flota, y lo que es mas importante se contaria con un elemento de Juicio para determinar las medidas administrativas pertinentes.

Sin duda una de las pesquerias mejor estudiada es la de Sardinops sagax caerulea en las costas de California, debido a la gran importancia economica que tuvo entre 1930 y 1950, ya que en su epoca de auge aportaba el 25 porciento de las capturas totales de los Estados Unidos, cuando se inicio la pronunciada declinacion de la pesqueria, hasta su virtual desaparicion en la decada de los 60, se establecio un debate sobre esta situacion, desarrollandose diferentes teorias para tratar de explicar las causas del desplome de la pesqueria, asi mismo surgieron nuevas lineas de investigacion, las que han aportado nuevos conocimientos sobre los procesos de

regulación de estas poblaciones. En las últimas tres décadas se ha generado un volumen considerable de publicaciones sobre estos aspectos, principalmente de autores norteamericanos, así mismo se han organizado diferentes eventos científicos internacionales y se han creado instituciones de investigación biológico-pesquero. Particularmente Murphy (1966) hizo una síntesis de los diferentes trabajos de investigación y Smith (1978) expuso algunos conceptos para explicar la declinación de la población de sardina en California, basado en un análisis de información aportada hasta ese momento, según dicho autor la intensa explotación de la población ocasionó la reducción de las edades reproductoras de diez a dos, lo cual hace vulnerable a la población a las llamadas "fallas reproductoras" cuando estas ocurran en dos temporadas sucesivas (Smith, op. cit.). Otro efecto está relacionado con la reducción de las áreas ocupadas por los grupos reproductores, reduciendo también, las probabilidades de encontrar zonas adecuadas para la reproducción. Este efecto es similar al anterior el cual ocurre en la escala de tiempo, y el otro en la escala de espacio, ambos producen una mayor sensibilidad a las fallas reproductoras. Por otra parte se ha mencionado el efecto de competencia entre especies de niveles tróficos próximos como las de anchoveta y sardina, sin embargo se desconoce substancialmente este aspecto.

Por otro lado, se tiene conocimiento de que las poblaciones tanto terrestres como marinas presentan amplias fluctuaciones, esto se ha demostrado por estudios del contenido de restos de organismos

en los diferentes estratos sedimentarios de fosas marinas realizados por Soutar y Issacs (1972), con lo que se demuestra que las fluctuaciones ocurren en condiciones naturales en poblaciones no explotadas.

Los conceptos de fallas reproductoras, importancia relativa de las clases de edad o "debilidad" del reclutamiento, se refieren a la **disminucion** en el numero de individuos de una **generacion** determinada, pero no explican las causa de esta **anomalia**, estos **aspec** tos se tratan en la parte correspondiente al efecto del ambiente.

### 3.i DELIMITACION DEL PROBLEMA Y DEFINICION DE OBJETIVOS.

En general, los criterios de la administracion pesquera se basan en elementos de Juicio que aporta la ciencia pesquera, estos se derivan de los estudios sobre la dinamica de las poblaciones explotadas y los aportados por la aplicacion de modelos biologicos-pesqueros, sin embargo, es frecuente observar que los resultados son imprecisos y en consecuencia las estimaciones obtenidas lo son tambien, de aqui que la variacion no explicada por el modelo en algunos casos es mayor que lo considerado como tolerable, esto se presenta frecuentemente en el caso de las pesquerias establecidas en zonas de surgencia, donde la abundancia de los recursos presenta una variabilidad interanual muy marcada, la cual se relaciona con ciertos cambios en los procesos de transporte y de mezcla, segun se comenta en la siguiente parte. En este ensayo se aborda el problema general de la variacion de abundancia de las principales especies de sardina en la zona de bahia Magdalena (figura 1) y su probable relacion con los cambios interanuales de algunos factores ambientales de mediana escala. Para ello se han propuesto los siguientes objetivos especificos:

- i. Establecer si existe relacion entre la abundancia y los indicadores de cambios ambientales de mediana escala.

- ii. Detectar la existencia de efectos de retardo entre las variables definidas anteriormente.
  
- iii. Determinar un sistema de indicadores practicos que pudieran servir de entrada a modelos biologico-pesqueros.
  
- iv. Obtener algunos modelos **empiricos** preliminares, en un intento por explicar la variabilidad observada en los datos usados para el presente  **analisis**, los cuales se podrian someter a prueba de pronostico.

### 3.2 ANTECEDENTES.

Para mayor claridad del texto esta seccion se ha dividido en cuatro partes, la primera, que contiene un resumen de los trabajos sobre las pesquerias de sardina en Mexico, la segunda que se refiere a las investigaciones realizadas sobre la poblacion de Sardinops sagax caerulea en las costas de Mexico y Estados Unidos, y la tercera que trata el tema especifico de la influencia de los factores ambientales en las poblaciones de peces pelagicos y, por ultimo, se presenta una breve descripcion de la zona de estudio.

#### 3.2. 1 Las pesquerias de sardina en Mexico

Los estudios sobre las pesquerias de sardina las costas de Mexico, se inician con el trabajo de Ramiret (1958), quien presenta una sintesis de los conocimientos sobre diferentes temas relacionados con las poblaciones de sardina y su pesqueria, asi mismo estima algunos parametros de la poblacion de S. s. caerulea, a partir de muestras obtenidas en la localidad de isla Cedros B.C.N. Posteriormente, Sokolov y Wong (1973) inician el estudio de las poblaciones de sardina en el Golfo de California, \*estableciendo un sistema de obtencion de informacion biologico-pesquera en las costas de Sonora y Sinaloa, el cual es aplicado por Pedrin y

colaboradores (1973 y 1976), desarrollando cruceros de **investigacion**, colecta de muestras en los puertos de descarga y **recopilacion** de estadísticas de captura y esfuerzo.

Pedrin (1972) estudia la pesquería de sardina en bahía Magdalena B. C. S. analizando las estadísticas pesqueras a partir de 1980 el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politecnico Nacional ha realizado una serie de estudios en esta zona, que abarcan principalmente los siguientes aspectos:

- i. **Estimacion** de los principales parametros poblacionales de S. s. caerulea, tales como tasa de crecimiento, fecundidad, estructura de edad y **sexo**, etc.
- ii. Algunos aspectos **biologicos** como, ciclo de **reproduccion**, **habitos** alimenticios, abundancia y **distribucion** de huevos y larvas, etc.
- iii. Factores ambientales, los cuales pueden subdividirse en dos conceptos, el ambiente **biotico**, que incluye el estudio de las comunidades **planctonicas**, y el ambiente **abiotico** que abarca el estudio del medio **fisico**, o sea la **variacion** de la temperatura, las corrientes' **etc.** y el medio **quimico**, que incluye a los factores **tales** como: salinidad, **concentracion** de **nutrientes**, oxigeno disuelto, **pH**, etc.

iv. La pesquería de la sardina, en la cual se analizan las estadísticas de captura y **esfuerzo**, se establecen los modelos de **la población** usando los parámetros estimados de **esta**, y se analiza el aspecto **economico**, todo esto sirve de base para definir la estrategia optima de **administracion** de la pesquería.

Los resultados de las actividades de **investigacion** realizadas se presentan parcialmente en los **trabajos** de Hernandot (1983), Casas (1983) y en el presente. En el primero se hace un **análisis** de las estadísticas de captura y esfuerzo y se aplican los modelos de Schaeffer y Gulland-Fox (citados por Ricker, 1975) de ese ensayo se considera conveniente resaltar las siguientes conclusiones:

- i. El **viaje** de pesca es una unidad consistente del esfuerzo de pesca.
- ii. El éxito de pesca está relacionado con el peso y las dimensiones de las embarcaciones.
- iii. Se presentan fuertes variaciones en la abundancia del recurso que son **independientes** de la actividad pesquera) lo cual produce que los **ajustes** realizados con los modelos de **produccion** sean relativamente **bajos**.

En el **trabajo** de Casas (1983) se hace una **sisntesis** de la **informacion obtenida** por los diferentes grupos de **trabajo**, **asi** mismo se **efectua** una serie de ensayos de **correlacion** entre la captura y la temperatura superficial.

### 3.2.2 La **poblacion** de S. s. caerulea.

Las poblaciones de S. s. caerulea se distribuyen desde Alasca hasta Cabo San Lucas y el golfo de California, **Mexico**, donde se le conoce como sardina monterrey.

Se han realizado diferentes estudios para delimitar la unidad **poblacional**, entre ellos los de marcado, efectuados por Clark (1945), **mostrando** que estos peces presentan amplios desplazamientos dentro de su gran **area de distribucion**, este mismo autor (Clark, 1947) deduce la existencia de tres subpoblaciones, con base en un  **analisis** sobre el numero de vertebras de muestras de **organismos** **colectados** en diferentes localidades. Por otra parte **McHugh** (1950) **encontro** diferencias significativas entre las tasas de crecimiento de larvas y Juveniles de las diferentes **areas**, y observo que los individuos de la costa central de California son mas grandes que los de la misma edad en las aguas de **Baja** California, por otra parte Radovich y Phillips (1952) llegaron a conclusiones similares, lo mismo que Wolf y Daugherty (1964). De otros

estudios con base en colectas de huevos y larvas **realizados** por la **organizacion CalCOFI**, Radovich (1982) concluye que se presentan dos grupos reproductores uno de verano y otro de primavera, otras investigaciones se basan en la diferenciacion de tipos sanguineos (Vrooman, 1964), de estos **analisis** se han detectado tres subpoblaciones, una desde el extremo norte de su distribucion hasta el norte de **Baja** California, otra desde el sur de California al extremo sur de **Baja** California y la tercera confinada al Golfo de California, Mais (1972) **efectua** un estudio morfometrico detallado llegando a las mismas conclusiones **basicas**, indicando que se presenta cierto grado de sobreposicion entre las tres subpoblaciones, siendo la subpoblacion del Golfo la mas **aislada** y la que muestra mayor diferenciacion. Radovich (1982) menciona que estas **tecnicas** se aplicaron infortunadamente, cuando la subpoblacion de la zona norte ya habia desaparecido, por lo que infiere la existencia de una cuarta subpoblacion.

### 3.2.3 El efecto del ambiente.

El efecto económico de las fluctuaciones interanuales de la producción pesquera, es el principal factor de impulso de la investigación oceanologica y pesquera, los cambios de abundancia y distribucion **se** relacionan aparentemente con cambios ambientales de mediana y gran escala (Walford, 1946; Uda, 1952; Nakai, 1960; Margalef, 1960), estas relaciones

han sido estudiadas desde tres puntos de vista principalmente:

i. En primer termino, los estudios de series de tiempo que se basaron en el  **analisis**  de la  **informacion**  de  **estadisticas**  pesqueras y de datos hidrometeorologicos generalmente temperatura y salinidad, entre ellos, probablemente uno de los primeros, fue el de Walford (1946), quien hizo un  **analisis**  de las variaciones interanuales de abundancia relativa de sardina monterrey y la salinidad en las costas de California, encontrando cierta correlacion. Sobre estos resultados Alhstrom (1965),  **senala**  que dicha correlecion es inconsistente para un periodo mayor al analizado. Un ensayo similar lo realizo Marr (1960), pero en este caso la variable ambiental introducida, son los promedios de  **temperatura**  de abril del ano  **t** , a mayo del ano  **t+1** , sus resultados muestran cierto  **grado de**  correlacion. Por otra parte Murphy (1961), hizo un  **analisis**  entre los cambios observados en la corriente de California y la  **declinacion**  de la pesqueria de  **sardina** , concluyendo que la  **explotacion**  intensa sobre el recurso contribuyo al desplome de la  **poblacion** , y que ademas el efecto de ciertos factores ambientales determino los cambios de  **tamano**  y  **distribucion**  de la poblacion.

En los  **trabajos**  anteriormente citados,  **asi**  como en muchos otros, el  **metodo**  de  **analisis**  consistio en la

correlacion de series de datos de variables ambientales, principalmente temperatura y salinidad, pero es evidente que este procedimiento no proporciona la forma y la magnitud de su influencia, Walford (1946) concluye que los cambios de salinidad se relacionan con las surgencias y estas a su vez con la productividad de las aguas; sin embargo, tal relacion es indirecta y actualmente se conocen mejores indicadores de procesos de surgencia (Alhstrom, 1965). Por otra parte, fueron desarrollados nuevos sistemas de indicadores de cambios ambientales, en particular Bakun (1973 y 1975) estimo el efecto del transporte superficial en el oceano por efecto del viento, que bajo ciertas condiciones pueden considerarse como indicadores de surgencias, en esta forma se prepararon tablas y figuras con las estimaciones de estos indices, mismos que son utilizados en algunos trabajos, por ejemplo el presentado por Parrish y MacCall (1978), quienes analizaron la pesqueria de macarela con diferentes metodos, introduciendo los indices de surgencia y otros indicadores de cambios ambientales. Los mejores resultados se lograron con los indices de surgencia y los datos de variacion del nivel del mar. Recientemente Bakun y Parrish (1980), sometieron a prueba las estimaciones del tamaño de la poblacion de S. s. caerulea de Murphy (1966) y MacCall (1979), usando el modelo de reproductores-reclutas modificado con la introduccion de las variables ambientales como: temperatura, indices de surgencia, etc. Los resultados de estos ensayos fueron significativos y tambien analizaron

los datos de otras pesquerías con resultados similares.

ii. Otro tipo de estudios son los que se **efectúan** directamente con los organismos en laboratorio, en este caso se encuentran los estudios de Lasker (1964, 1975) sobre larvas de Engraulis mordax, en una serie de experimentos se encontraron los intervalos de tolerancia a la temperatura, y la relación entre la tasa de desarrollo y la temperatura, probablemente la mayor **contribución** de esta serie de experimentos, es la relación encontrada entre la supervivencia de las larvas y la densidad y calidad de su primer alimento (Lasker, 1970).

iii. Por último, otro tipo de actividades de investigación que han contribuido a esclarecer la relación entre los peces y su medio ambiente, son las observaciones de abundancia y distribución de huevos y larvas, por medio de cruceros de investigación y posteriormente su **análisis** en el laboratorio. En este caso se han publicado un número considerable de **trabajos** acerca de la distribución y abundancia de huevos y larvas de peces **pelágicos** (véase, por ejemplo: Alhstrom 1954, 1959), de esta forma se han determinado cuáles son las condiciones ambientales en las que se encuentran huevos y larvas tanto de temperatura como de salinidad, uno de estos **trabajos fue desarrollado** por Tibby (1937) donde trata la distribución de huevos y larvas de sardina en **función** de la

temperaturas **señalando** la optima entre 15 y 18 C. Por otra parte se observo **que** los cambios en la distribucion latitudinal del ictioplancton esta relacionada con cambios en la distribucion de la temperatura (**Radovich, 1962**). **Segun** Parrish et. al. (**1981**), los procesos hidrolo'gicos más importantes en la supervivencia de larvas de las especies de sardinas y anchovetas son:

- a. La mezcla turbulenta de la capa superficial, lo cual disminuye la **concentración** del alimento.
- b. El **flujo** de las masas de agua mar afuera con las cuales se transportan y se pierden los productos de la reproducción.
- c. La intensidad de las surgencias y su relación con la productividad total del sistema.

Recientemente Lasker et. al. (**1981**), **efectuan** un estudio intensivo de la **distribución** de huevos de anchoveta y su relación con la estructura térmica superficial, aparentemente la anchoveta presenta un comportamiento selectivo, evitando agua de temperatura igual e inferior a 14 C, y efectuando la reproducción en aguas de mayor salinidad y 16 c.

### 3.2.4 Las condiciones oceanológicas de la **region**.

Parrish et. al. (1981), hicieron una descripción de las características del régimen oceanológico de la zona, tomando en consideración el patrón de variación del flujo geostrofico medio, el transporte de Ekman y el efecto del viento en el transporte superficial (wind stress curl). De acuerdo con este trabajo el sistema de la corriente de California se puede dividir en cuatro regiones, las cuales son como sigue:

1. La **region** noroeste del Pacifico (de la isla Vancouver a Cabo Blanco).
2. La **region** de maximas **surgencias**, de Cabo Blanco a Punta Concepcion.
3. La caleta del sur de California, de Punta Concepcion a Punta Eugenia.
4. La **region** del sur de **Baja** California.

Esta division de las regiones de acuerdo a los regimenes oceanologicos (segun Alhstrom, citado por Parrish et. al. 1981), aun cuando los limites presentan cierta variabilidad.

Desde el punto de vista del **regimen oceanologico**, la **region** sur de **Baja California** esta delimitada en el norte por una zona de convergencia, que abarca aproximadamente de **Punta Baja a Punta Eugenia**; hacia el sur de **Cabo San Lucas** se encuentran aguas **calidas** asociadas a la circulacion **ciclonica** y a las aguas del Golfo de California. Durante el **otono** el giro **ciclonico** es mas amplio e invade parcialmente la zona **sur** del sistema de la corriente de California, debido a esto las **surgencias** reducen su intensidad, en primavera se intensifican como consecuencia del aumento de **flujo** de la corriente de California y al de la **circulacion** de las masas **atmosfericas bajas**, durante el otoño y parte del invierno la adveccion de aguas calidas da como resultado la presencia de fauna templado-calida, en primer termino representada por *Pleuroncodes planipes* (langostilla), que es muy abundante en las proximidades de la bahia Magdalena, en esta **epoca** se presentan otras especies de clupeidos y engraulidos tropicales como las de *Opisthonema spp.* (sardina **crinuda**), *Cetenautilus musticetus* (sardina **bocona**) y otras mas que son capturadas dentro de bahia Magdalena, esto corresponde a lo indicado por Parrish et. al. (1981), con relacion a la localitacion del frente faunistico en el **sur**, proximo a la bahia Magdalena. En relacion con esto **ultimo**, es conveniente **senalar** que esta **region** se considera el limite entre dos grandes regiones **zoogeograficas**, la templado **calida** y la tropical (Briggs, 1974; Hubbs, 1960).

## 4 MATERIAL Y METODOS

En la primera parte de este capitulo presentamos una breve **descripcion** de la informacion empleada en el **analisis**, en la segunda parte se presenta la metodologie del **analisis** y se describen brevemente los algoritmos utilizados.

### 4.1 LA BASE DE DATOS.

La **realizacion** del presente trabajo se baso en el **analisis** de los datos de captura comercial, **asi** como de temperatura ambiental, temperatura superficial del mar e **indices** de surgencia. Adicionalmente se procesaron algunas **imagenes** obtenidas por **sensores** remotos de satelites con el **objeto** de observar la estructura **termica** superficial en la zona de estudio. Para el procesamiento de esta informacion se grabaron los datos en el sistema de archivos del procesador del **CICIMAR**, a los cuales les fue asignada una clave **alfanumerica** para su identificacion. A **continuacion** se describen brevemente las **caracteristicas** de la informacion.

#### 4. 1. 1 Captura comercial.

Los datos se obtuvieron directamente de las plantas procesadoras de sardina en la zona de estudio, y consisten en registros diarios de **captura por barco**, en cada uno de los tres puntos de descarga (puertos San Carlos, Adolfo **Lopez Mateos** y Alcatraz), el periodo comprendido en la informacion es de Julio de 1972 a diciembre de 1981, y contiene lo siguiente: Fecha, nombre clave del barco, captura en ton. especie dominante y puerto de descarga, en total son 5631 registros. Con base en esta informacion se estimaron los promedios mensuales de captura y el numero de **viajes**, esta informacion fue clasificada en siete categorias **segun la especie predominante**, a **continuacion** se indican estas categorias y su clave de **identificacion**:

Clave	Especie dominante	Nombre vulgar
1	Sardinops sagax caerulea	Sardina <b>monterey</b>
2	Opisthonema spp	Sardina <b>crinuda</b>
3	Etremeus <b>teres</b>	Sardina Japonesa
4	Scomber <b>japonicus</b>	<b>Macarela</b>
5	Cetengraulis mysticetus	Sardina <b>bocona</b>
6	Especies mezcladas	-----
7	Captura total	-----

Con esta informacion fueron estimados los promedios mensuales de captura y las desviaciones del promedio de cada mes de todos los **anos**, del siguiente modo:

$C(x, i, j)$ . - Es la captura mensual de la especie  $x$ , en el

$i$ -ésimo **año**, en el  $J$ -ésimo mes.

$P(x, j)$ . - Es el promedio mensual de captura de la **especie  $x$** , en el  $J$ -ésimo mes.

Entonces la desviación es:

$$D(x, i, j) = C(x, i, j) - P(x, j) \dots 2.1$$

La desviación normalizada se estima por medio de la siguiente expresión:

$$Z(x, i, j) = (C(x, i, j) - D(x, j)) / S(x, j) \dots 2.2$$

Donde  $S(x, j)$  es la desviación **típica** del promedio mensual de captura de la especie  $x$ , de  $J$ -ésimo mes. Esto mismo se hizo con las series de datos de temperatura ambiental, temperatura superficial e **índices de surgencia**.

#### 4. 1.2 Temperatura ambiental.

La **información** fue proporcionada por la Oficina de **Hidrometría** de la Secretaría de Agricultura y Recursos **Hidráulicos** de la ciudad de **La Paz**, y comprende promedios mensuales de las observaciones diarias de temperatura a la sombra a las 8:00 A.M. provenientes de siete estaciones

**meteorologicas** desde **Bahia Tortugas** hasta **Cabo San Lucas**. Para facilidad en la **identificacion** y el **manejo** de los datos a cada **estacion** le fue asignada una clave alfanumerica con esta misma clave se localizan en la figura 1. Tal informacion comprende desde enero de 1970 a diciembre de 1981.

#### 4. 1.3 Temperatura superficial del mar.

Estos datos fueron proporcionados por el Departamento de **Oceanografia Fisica** de la **Institucion Scripps** en California E. U. A. la informacion contiene promedios mensuales de temperatura superficial del mar de una superficie de 100 por 100 kilometros, en cinco puntos cuya **posicion** es indicada en la figura 1, en este caso al igual que el anterior la informacion comprende un periodo de 12 **años**, de enero de 1970 a diciembre de 1981.

#### 4. 1.4 Indices de surgencia.

La informacion fue tomada de Bakun (1973, 1975), en tanto que la informacion mas reciente fue proporcionada directamente por el mismo autor. Los indices de surgencia se estiman con base en la informacion **meteorologica** de una red muy amplia de estaciones, las **cuales efectuan** observaciones cada seis horas. Los datos se procesan y sirven de entrada para el modelo desarrollado para estimar los indices de

surgencia las bases del metodo de calculo son explicadas por Bakun (1973). Las unidades en que se expresan los indices de surgencia son metros cubicos por cien metros de costa. Con esta informacion se estimaron los promedios mensuales de los indices en dos localidades (figura 1).

Es conveniente mencionar la recomendacion hecha por Bakun (Com. pers.), en el sentido de tomar con cierta reserva la informacion de los puntos situados en el extremo sur, ya que la densidad de las estaciones meteorologicas es baja.

Otro tipo de informacion fue la correspondiente a la variacion del nivel del mar, obtenida por el Instituto de Geofisica de la Universidad Nacional Autonoma de Mexico, misma que fue proporcionada y que procede de la estacion de Puerto San Carlos, en bahia Magdalena, sin embargo, no fue utilizada porque no cubre el periodo integramente.

## 4.2 METODOLOGIA APLICADA.

Aqui se presenta la metodologia desarrollada para el **análisis** de la **información**. En primer termino se estimo la captura por unidad de esfuerzo con el proposito de usar la como **índice** de abundancia de las poblaciones explotadas en esa **area**, a **continuación** se describe el procedimiento seguido:

### 4.2. 1 Captura por unidad de esfuerzo.

Como un paso inicial se **procedio** a la normalitacion del esfuerzo pesquero, para ello se hizo un **análisis** de la captura diaria de cada uno de los barcos, y con esta informac ion se estimo la capacidad maxima de carga para cada barco (**CM**), **asi** como el maximo de carga de toda la flota, que fue de 110 ton. el factor de **normalizacion** es la **relacion** entre estos **valores**, de la siguiente manera:

$$f'(k) = f(k)CM(k) / 110 \quad \dots 2.3$$

Siendo  $f(k)$  el numero de **viajes**, y  $CM(k)$  la capacidad maxima de carga del barco k. Con este factor de correccion se estimo la **CPUE**, con el siguiente algoritmo:

$$CPUE = C(k) / f'(k) \quad \dots 2.4$$

En esta forma se estiman los valores de CPUE que sirven de base para el presente analisis.

#### 4.2.2 Analisis de correlacion de la informacion en general.

Esto se llevo a cabo, por medio del analisis de correlacion lineal por el metodo de minimos cuadrados, en el caso de la correlacion multiple se empleo un programa disenado por Davies (1971), usandolo como subrutina en otros programas desarrollados especificamente para este proposito. El sistema de archivos de la computadora permitio efectuar con rapidez el proceso, procediendo a verificar los resultados en cada fase. Los archivos de la informacion se manejaron por su clave alfanumerica, misma que se indica en las tablas de resultados, y para su identificacion se preparo la tabla 2, que se presenta a continuacion:

TABLA 1

---

 Clave de los archivos de **informacion**.
 

---

Captura y captura por unidad de esfuerzo .

<b>CAP1</b> , CPU1	Sardina monterrey.
<b>CAP2</b> , CPU2	Sardina <b>crinuda</b> .
<b>CAP3</b> , CPU3	Sardina Japonesa.
<b>CAP4</b> , CPU4	<b>Macarela</b> .
<b>CAP5</b> , CPU5	Sardina <b>bocona</b> .
<b>CAP6</b> , CPU6	Especies mezcladas.
<b>CAP7</b> , CPU7	Total de las esp.

---

Temperatura ambiental.

<b>T01</b> Est. <b>Cabo S. Lucas</b>
<b>T05</b> Est. Todos Santos.
<b>T31</b> Est. <b>Sto. Domingo</b> .
<b>T32</b> Est. La Poza Grande.
<b>T44</b> Est. S. Jose de Gracia.
<b>T46</b> Est. <b>Bahia Tortugas</b> .
<b>T58</b> Est. S. <b>Juanico</b> .

---

Temperatura superficial del mar.

<b>TM1</b> Loc. 26 N 114 W
<b>TM2</b> Loc. 25 N 113 W
<b>TM3</b> Loc. 24 N 112 W
<b>TM4</b> Loc. 23 N 111 W
<b>TM5</b> Loc. 22 N 110 W

---

Indices de surgencia .

<b>SURG1</b> Loc. 24 N 113 W
<b>SURG2</b> Loc. 27 N 116 W

---

A **continuacion** se presenta una **descripcion** de la metodologia empleada para el  **analisis**  de correlacion.

#### 4.2.2.1 Correlacion lineal entre los factores ambientales.

En este caso se sometieron al  **analisis**  de correlacion los promedios anuales y mensuales de todas las series de datos , con ello se **probo** la independencia entre estos.

#### 4.2.2.2 Correlacion lineal entre CPUE y los factores ambientales.

En esta segunda serie de pruebas se aplico el  **analisis**  de correlacion lineal, entre las series de datos de CPUE y de las variables ambientales, introduciendo una variante por medio de la cual se correlacionan la serie de **CPUE** al tiempo  $t$  con las series de datos ambientales a los tiempos  $t, t-1, t-2$  y  $t-3$ , con el proposito de descubrir posibles efectos de retardo, que se presentan en las poblaciones con sobreposicion de generaciones.

#### 4.2.2.3 Correlacion cruzada de los promedios mensuales.

Esta prueba consiste en la  **ejecucion**  de pruebas de correlacion sucesivas, donde las series de CPUE se desplazan **sobre** las series de datos ambientales mes con **mes**, esta prueba **arroja** un total de 36 resultados, debido a la diferencia en la longitud de las series, o sea que las

series de **CPUE** contienen un total de 108 datos de promedios mensuales, **las** otras tienen 144 datos de promedios mensuales.

#### 4. 2.2. 4 **Correlacion** lineal de promedios moviles de CPUE.

Esta serie de pruebas consiste en la **ejecucion** de correlaciones entre los promedios anuales CPUE y promedios moviles de los datos de factores ambientales, los promedios moviles varian desde 2 a 12 **meses, asi** mismo se **efectuan** correlaciones entre series de datos ambientales con retardos anuales desde uno a **tres**, para mayor claridad se representa el **metodo** del siguiente modo:

$$\text{CPUE}(t) - \text{FA}(t, 1-2)$$

Denotando **CPUE(t)** los promedios anuales de CPUE al tiempo **t**, y **FA(t,1-2)** son los promedios de los factores ambientales al tiempo **t**, los **numeros** 1-2 significa que se promediaron los meses de enero (**1**) y febrero (**2**), de modo que en una primera etapa de pruebas se correlacionan las series:

$$\begin{aligned} \text{CPUE}(t) &- \text{FA}(t, 1-2) \\ \text{CPUE}(t) &- \text{FA}(t, 2-3) \\ \text{CPUE}(t) &- \text{FA}(t, 3-4) \end{aligned}$$

$$\text{CPUE}(t) - \text{FA}(t, 11-12)$$

En una segunda etapa se toman los promedios móviles de tres meses, o sea de 1-3 a **10-12**, finalmente se correlacionan las series de los promedios de 1-12. En seguida se desarrollan las pruebas con retardo de igual forma a la descrita en el caso anterior, esto se puede representar de la siguiente forma:

$$\text{CPUE}(t) - \text{FA}(t-1, 1-2)$$

$$\text{CPUE}(t) - \text{FA}(t-3, 1-12)$$

Los resultados se presentan en forma de una matriz media, siendo un total de cuatro tablas por cada **pareja** de series de datos (las cuales no se incluyen en el **trabajo**). Finalmente se prueba el grado de significancia de la **correlacion**, estimando el valor del **estadístico t** y se compara con los valores de las tablas de la t de "**Student**".

4. 2.2. 5 **Metodos** de correlacion multiple.

A partir de esta serie de pruebas se aplico el **metodo** de correlacion **multiple**, para esto se emplea el programa desarrollado por Davies (1971), este supone una **relacion** lineal entre la variable dependiente y las independientes, segun la siguiente expresion:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \quad \dots 2.5$$

Los resultados del proceso con dicho programa, proporcionan, el coeficiente de **determinacion multiple**, los coeficientes de los **predictores**, la **interseccion**, la matriz media de correlacion, y los coeficientes parciales de correlacion 0 tambien llamados coeficientes beta ponderados, estos **ultimos** representan en cierta medida el grado de importancia del predictor correspondiente, esto es por la propiedad que tienen como factores de las variables normalizadas, las cuales se obtienen de modo siguiente:

$$z = (x - \bar{x}) / s \quad \dots \dots 2.6$$

Entonces la **ecuacion** anterior se transforma en:

$$Y' = B_1 Z_1 + B_2 Z_2 + \dots + B_n Z_n \quad \dots 2.7$$

En este caso la **interseccion** es cero porque el hiperplano pasa por el origen, y las variables normalizadas  $Z_i$  son adimensionales. Por otra parte se compara el nivel de significancia de la **correlacion** con el **estadistico F**, que es estimado segun la siguiente expresion:

$$F = R^2 (N-m) / (1-R^2)(m-1) \dots 2.8$$

Siendo  $m$  el numero de variables independientes mas uno, y  $N$  es el numero de observaciones, los grados de libertad se obtienen del modo siguiente:

$$n_1 = m - 1 \dots$$

$$n_2 = n - m \dots 2.9$$

En esta serie de pruebas se correlacionan los promedios anuales de CPUE correspondientes a las dos especies de sardina de mayor importancia y al total. De acuerdo con lo establecido previamente, la clave CPU1 corresponde a la sardina monterrey, CPU2 es de la sardina **crinuda**, y CPU7 son los totales. **A continuacion** se describen los dos algoritmos empleados:

i. Para la primer serie "de pruebas se desarrollo un algoritmo similar al empleado en el caso anterior, esto es, usando los promedios moviles de los **indices de surgencia**, y

aplicando retardos anuales. El modelo empleado para esto fue el siguiente:

$$CPUE(t) = b + b f(t) + b T(t) + b S(t) + \dots + b S(t-1) + b S(t-2) \dots 2. 10$$

Donde  $f(t)$  es el esfuerzo anual al año  $t$ ,  $T(t)$  es el promedio anual de temperatura superficial,  $S(t)$ ,  $S(t-1)$  y  $S(t-2)$  son los promedios móviles de 2 a 12 meses de los índices de surgencia al año  $t$ ,  $t-1$  y  $t-2$ , en la salida de los resultados se indicara el intervalo de los promedios móviles, el coeficiente de **determinacion**, la **razon de varianza**, el valor de los coeficientes beta ponderados y las claves de los archivos de datos.

ii. **Correlacion** múltiple con promedios parciales. **Análisis** de **correlacion** múltiple con la **descomposicion** de los índices de **surgencia** en promedios móviles de seis meses.

Tomando en **consideracion** los resultados previamente **obtenidos**, se desarrollo un algoritmo para someter al **análisis** a una serie de combinaciones de variables independientes, en parte similar al **metodo** descrito con anterioridad, pero con la diferencia de que los promedios mensuales de los índices de surgencia se descomponen **en**

seis variables, esto es:

La primera variable denotada por  $S(1,t)$ , representa el promedio de surgencias de los primeros seis meses del periodo  $t$ , que no coinciden necesariamente con el año calendario' y la variable  $S(2,t)$  representa el promedio de los seis meses restantes; por ejemplo el promedio de los índices de surgencia de octubre a marzo del año siguiente es  $S(1,t)$ , por lo cual los promedios de los seis meses siguientes o sea de abril a septiembre, corresponden a la variable denotada por  $S(2,t)$ . de manera similar se definen las siguientes cuatro variables para los siguientes cuatro periodos de seis meses pero a los años  $t-1$  y  $t-2$ . Esto se ilustra en la figura 2, en la cual se indican los periodos semestrales que abarca cada variable. Otras pruebas se realizaron con los promedios resultantes de desplazar hacia atrás en tiempo, a los intervalos promediados de 0 a 12 meses, ( ver figura 2 ). Por otra parte, es conveniente hacer notar que después de cada seis meses de desplazamiento a partir de un punto determinado, los valores de cinco de las seis variables son los mismos, pero se denotan de manera distinta. A continuación se presenta una tabla con las notaciones empleadas para designar a las variables:

Retardo en meses		
---	3	9
---	4	10
---	5	11
0	6	12
1	7	---
2	---	---
----	S(1, t-21)	S(2, t-21)
S(1, t-21)	S(2, t-21)	S(1, t-1)
S(2, t-2)	S(1, t-11)	S(2, t-11)
S(1, t-1)	S(2, t-1)	S(1, t)
S(2, t-1)	S(1, t)	S(2, t)
S(1, t)	S(2, t)	-----

Una vez definidas las variables correspondientes a los promedios semestrales de los **indices de surgencia**, se def inio el siguiente modelo:

$$\begin{aligned}
 CPUE(t) = & b + b f(t) + b T(t) + b S(1, t) + \\
 & b S(1, t) + b S(1, t-1) + b S(1, t-2) + \\
 & b S(2, t) + b S(2, t-1) + b S(2, t-2). \dots 2. ll
 \end{aligned}$$

Adicionalmente a la forma lineal se aplico la exponencial, esto es relativamente **facil**, ya que solo se transforma el valor de la variable dependiente en su logaritmo natural.

$$\ln CPUE(t) = b + b f(t) + \dots \dots \dots \text{etc.}$$

De esta forma se **procedio** al analisis de **correlacion multiple**, con un algoritmo para organizar la **informacion** en

la forme descrita. El programa de **correlacion** multiple de **Davies (1971)**, fue modificado e introducido como **subprograma**, que se emplea en cada iteracion del programa principal. Con el proposito de establecer un criterio de **discriminacion** entre las variables, se efectuaron cuatro series de pruebas, las que se describen **a continuacion**:

En la primera serie son ocho las variables independientes, eliminando una en cada iteracion. Por medio de un algoritmo dentro del programa con un total de 2080 iteraciones, de los resultados, se seleccionan solo los altamente significativos, con estos se prepararon las tablas que se presentan en el siguiente capitulo.

En la segunda serie de pruebas se elimino **a** la variable que representa el esfuerzo anual, esto se hizo en vista de que la **declinacion** de la CPUE en **funcion** del esfuerzo es reactivamente **pequena**. Por otra parte se elimino una variable **mas**, de modo que solo se sometieron **a** prueba, seis variables de las siete originales, la variable eliminada se indica en las tablas de resultados.

Una tercera serie de pruebas se desarrollo en forma similar **a** lo descrito anteriormente, pero en esta se eliminaron dos variables de las **siete**, sometiendo **a** prueba **a** las combinaciones de valores resultantes en grupos de

cinco. En total, el proceso realizo 5460 correlaciones para cada grupo de datos de **CPUE**, los cuales se seleccionaron de la misma manera que en los casos anteriores.

La cuarta y ultima serie de pruebas es similar a las anteriores, pero en este caso se eliminaron tres variables de siete, resultando mayor el numero de combinaciones de siete variables en grupos de cuatro, el proceso se **efectua** en 9100 iteraciones para cada grupo de datos de **CPUE**.

## 5 RESULTADOS

Antes de entrar en **detalle**, es conveniente aclarar que solo se procesaron los datos correspondientes a las especies de mayor importancia, es decir, los de sardina monterrey y **crinuda**, **asi** como la informacion del total de las capturas de todas las especies.

### 5.1 **ANALISIS** DESCRIPTIVO DE LA INFORMACION.

A **continuacion** se presenta un  **analisis**  sobre la informacion que fue sometida a diferentes pruebas de  **correlacion** . En primer termino, se tratan las estadisticas de captura,  **despues**  los datos ambientales y por ultimo sus  **anomalias** .

#### 5.1.1 La captura de sardina.

Las estadisticas de captura de sardina en Bahia Magdalena,  **tales**  como la captura total, el numero de  **viajes**  de pesca y la captura por  **viaje** , se representan  **graficamente**  en la figura  **3** , como se observa la captura presenta variaciones interanuales muy amplias, en la figura 4 se representan la captura promedio anual de las diferentes especies y el  **total** ,

asi como el intervalo de **variacion** total y el intervalo definido por una vez la **desviacion tipica**, es conveniente mencionar que en el caso del ano de 1972, solamente se **contó** con datos **a** partir de Julio y por tanto no se pueden comparar con los restantes, de modo que no se toman en cuenta estos valores para el proceso.

En la figura 3 se observa cierto paralelismo entre captura y numero de **viajes**, aun cuando las escalas son diferentes. Tambien se aprecia que durante las temporadas 1976-1977 y 1978 el numero de **viajes** se incrementa proporcionalmente **a** la captura, y en ese intervalo los valores de captura por **viaje** son minimos. En **relacion** con la composicion proporcional de las capturas la sardina monterrey es la dominante, aportando el 60.6 por ciento en promedio durante el periodo estudiado; en segundo lugar se encuentra **a** la sardina **crinuda** con 20.0 por ciento i en tercer sitio **estan** la sardina Japonesa y la **macarela** con cinco por ciento i en tanto que la sardina **bocona** contribuye **con un 2.3 por ciento**, y la captura restante que es del **5 por ciento**, corresponde **a** una mezcla de las diferentes especies. Esta composicion, **presenta** variaciones interanuales que es posible observar en la figura **5**, **esta** muestra un patron de composicion relativamente constante, sin embargo en las **temporadas** de **1976**, 1977 y **1978**, disminuye notoriamente la proporcion de sardina monterrey, y es minima en 1978. En este mismo ano la proporcion de

macarela aumento considerablemente, ocurriendo cuando **las** capturas y la captura **por viaje** son **minimas**, o sea que el periodo de 1976 a 1979 es notablemente desfavorable para la captura, y presentandose una mayor diversidad en la composicion proporcional de las especies en la captura comercial, esto se discute con detalle en el **trabajo** de Casas (1983).

Otro aspecto de la estadísticas de la pesqueria es la **variacion** mensual de la captura, que es representada en la figura **6**, considerando las especies mas importantes y el total. En general se observa una marcada estacionalidad en la composicion especifica de las capturas mensuales de las **sardin**as monterrey, **crinuda**, Japonesa y macarela (figura **6**), en el caso de la monterrey, el 92.6 porciento se captura de abril a septiembre; en cambio, para la crinuda el 91.0 porciento se captura entre septiembre y **marzo**; **asi** mismo el 96.0 porciento de la Japonesa se captura entre febrero y Junio y el 92 porciento de la macarela es capturada en el mismo periodo que la monterrey, por **ultimo**, la **bocona** no presenta un patron regular.

Las estadísticas de captura fueron procesadas, estimandose la CPUE correspondiente. En la figura **7**, se representan los promedios mensuales y anuales de la **CPUE**, y se observa que para la sardina monterrey, el maximo promedio

anual es obtenido en 1973, a pesar de que durante enero y febrero no se capturo. A partir de este año la CPUE desciende paulatinamente hasta 1979, cuando es **minima**, en los siguientes años el promedio aumenta moderadamente. Los datos de sardina **crinuda** muestran los promedios maximos en 1973 y 1974, descendiendo en los tres años siguientes, y recuperandose hacia 1978 y 1979. Por ultimo los datos de **CPUE** totales son maximos en 1973 y minimos en 1977.

#### 5.1.2 La variacion estacional de los factores ambientales.

En las figuras **8a**, **8b** y **8c**, se muestra, el patron de variacion de la temperatura ambiental, la temperatura superficial y los **indices** de **surgencia**, ello en las localidades señaladas previamente en la figura 1.

En primer termino, se representan los promedios **mensuales** de temperatura ambiental para las siete estaciones (**fig. 8a**), como se observa, la mayor temperatura se registro entre los meses de Julio a octubre, excepto en las estaciones 46 y 58 (ver figura 1) que no presentan el mismo patron de variacion y cuya **posicion** es mayor latitudinalmente. Por otra parte, los maximos de temperatura ocurren en el mes de agosto, con **excepcion** de la **estacion 46** situada en Bahia **Tortugas**, que en ese mes registra el **minimo**, en el resto de las estaciones este se presenta en los meses de diciembre y **enero**. El minimo

de todas las estaciones se presenta en la 44 siendo de 9.7 C, y el maximo se presenta en la **estacion** 5 y es de 27.7 C. En general se observa un gradiente **termico** entre las estaciones 1 y 44, pero por el comportamiento de las estaciones 46 y 58, corresponden a un **regimen climatologico** diferente, lo que se menciona en anteriores estudios, sobre la **climatologia** regional (Garcia y Mosino 1968).

En cuanto a la variacion de los promedios mensuales de temperatura superficial estos se presentan en la figura **Bb**, las cuatro estaciones presentan una variacion estacional claramente definida, **asi** como una tendencia ascendente en la **direccion** sur. El periodo **calido** se presenta entre Julio y enero y el frio de febrero a junio, en tanto que la **maxima** temperatura se presenta en septiembre y la minima en **mayo**, en general el mayor gradiente entre las estaciones ocurre en los meses **calidos**.

La variacion de los **indices** de surgencia es representada en la figura **Bc**, se observa tambien una variacion estacional claramente marcada en ambas estaciones, el periodo de mayor intensidad de las surgencias ocurre entre los meses de marzo a Junio, que coincide con el periodo frio. Adicionalmente se observan dos **periodos** de surgencias relativamente debiles; **uno**, durante los meses invernales de diciembre y enero, y el otro en los meses iniciales del

verano, julio y agosto. En el norte, el periodo de menor actividad es durante el invierno, en cambio en el sur se presentan dos periodos minimos. Por otra parte, la intensidad de la surgencia es mayor en el norte, a lo largo del año.

### 5. 1.3 Las anomalias o desviaciones.

Con objeto de hacer evidentes las variaciones interanuales de los factores ambientales, se presentan las desviaciones mensuales con respecto al promedio mensual de largo plazo, los cuales se denominan anomalias.

i. Anomalias de la temperatura ambiental, Estas se representan en las figuras 9a a la 9g; observandose la variacion en el comportamiento de la temperatura aun en estaciones cercanas, como en la 31 y la 32 (figuras 9c y 9d respectivamente). La mayor variacion se registra en la estacion 32 y es de cerca de 18 C, en contraste con la 44 (figura 9e), donde el intervalo es de 6 C, en las estaciones 58 y 46 (figuras 9e y 9g) las anomalias varian en forma similar presentando un comportamiento ciclico, alternandose periodos frios y calidos cuyo periodo es mayor de doce meses, siendo notable en la estacion del extremo norte y que corresponde a la localidad de bahia Tortugas.

ii. Anomalias de la temperatura superficial Estas son

representadas de la figura 10a a la 10d (no incluyen los datos de la estación 5), en este caso el patron de variacion de las **anomalias** es similar entre las diferentes localidades, coincidiendo los **periodos** frios y **calidos**, **asi** se aprecian tres **periodos frios**, pero solo dos **estan** claramente definidos en 1973 y 1975, el mas frio se presenta en los meses de Julio a noviembre de 1973 que en la estación 3 en el mes de septiembre es de -5 c. En el otro sentido se observan cinco **periodos calidos**, el primero entre Julio de 1972 y febrero de 1973, o sea antes del periodo frio de 73, y los **periodos** segundo y tercero se presentaron consecutivamente a partir de Julio de 1976 hasta mayo de 1978; los **ultimos** dos **periodos calidos** **tambien** se presentaron consecutivamente entre enero de 1980 y agosto de 1981, pero son menos conspicuos en la estación TM4, situada hacia el sur.

iii. **Anomalias** de los **indices** de surgencia.

Estas se representan en las figuras 11a y 11b y en general se observa un patron de variacion similar. En particular es factible diferenciar varios **periodos** con tendencia positiva, de estos solo cinco **estan** bien definidos, el primero se presenta entre los meses de octubre de 1971 y marzo de 1972; otro, entre 1973 y 1974 aproximadamente en las mismas fechas que el anteriori otros dos **periodos** se presentaron entre los meses de mayo y septiembre de 1976 y

1977 y otro de **julio** a septiembre de 1979. Es conveniente resaltar que los primeros dos **periodos anormales** se presentaron durante el invierno y la primavera, en cambio los otros tres, en verano y **otono**.

## 5.2 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CORRELACION SIMPLE.

En esta parte se presentan los resultados de las diferentes pruebas de **correlacion** entre los datos de captura por unidad de esfuerzo y los de factores ambientales, para su identificación las series de datos sometidos a los ensayos se denotan por la clave **alfanumerica** correspondiente, según la **notacion** asignada anteriormente:

### 5.2.1 **Correlacion** lineal de las series de datos ambientales.

Con el propósito de determinar la existencia de posibles **interrelaciones** entre las series de factores ambientales, **asi** como entre las diferentes localidades y estaciones, se efectuaron las correlaciones entre los promedios' mensuales de la temperatura ambiental, la temperatura superficial y los **indices** de **surgencia**, los resultados se presentan en la tabla siguiente:

TABLA 2

Num.	Coef. Corr.	Est.T	Clave series
1	. 9635	11.38	TM1-TM2
2	. 9274	7. 84	TM1-TM3
3	. 9127	7. 06	TM1-TM4
4	. 8233	4. 59	TM1-TM5
5	. 9682	12.23	TM2-TM3
6	. 8959	6. 38	TM2-TM4
7	. 7982	4. 19	TM2-TM5
8	. 9396	8. 68	TM3-TM4
9	. 8183	4. 50	TM3-TM5
10	. 9176	7. 30	TM4-TM5
11	-. 7605	3. 70	T05-T58
12	. 7639	3. 74	T44-T46
13	. 7815	3. 96	TM1-T46
14	. 7168	3. 25	TM2-T44
15	. 8280	4. 67	TM2-T46
16	. 7399	3. 48	TM3-T44
17	. 7788	3. 92	TM3-T46
18	. 7709	3. 83	TM4-T0 1
19	. 7206	3. 29	TM4-T44

Es conveniente aclarar que solo se presentaron los resultados muy significativos desde el punto de vista estadístico.

En la tabla 2, observese la estrecha interrelacion que guardan las series de temperatura superficial en las cinco localidades, es obvio que la correlacion disminuye en relacion directa con la distancia entre las localidades. Otras series que muestran cierto grado de relacion **son las correspondientes** a la temperatura ambiental de las estaciones 44 y 46; por otra parte la correlacion entre las series T05 y T58 es negativa, tambien existe correlacion entre las series de temperatura superficial y las series T44 y T46 de temperatura

ambiental.

Analogamente a lo anterior, se efectuaron las correlaciones entre los promedios anuales, los resultados son mostrados en la tabla 3:

TABLA 3

Num.	Coef.Corr.	Est.T	Clave series
1	. <b>9627</b>	42.37	TM1-TM2 .
2	. <b>9338</b>	31.10	TM1-TM3 .
3	. <b>9311</b>	30.43	TM1-TM4 .
4	. <b>9037</b>	25.15	TM1-TM5 .
5	. <b>9739</b>	51.08	<b>TM2-TM3</b> .
<b>6</b>	. <b>9603</b>	41.04	<b>TM2-TM4</b> .
7	. 9354	31.53	<b>TM2-TM5</b> .
8	. <b>9702</b>	47.68	<b>TM3-TM4</b> .
9	. <b>9427</b>	33.68	<b>TM3-TM5</b> .
10	. <b>9691</b>	46.80	<b>TM4-TM5</b> .
11	. <b>8050</b>	16.16	<b>T01-T05</b> .
12	. <b>8312</b>	17.81	<b>T01-T31</b> .
<b>13</b>	. <b>9108</b>	26.29	<b>T01-T44</b> .
14	. <b>8963</b>	24.08	<b>T31-T44</b> .
15	. <b>8518</b>	19.37	<b>SURG1-SURG2.</b>
<b>16</b>	. <b>8016</b>	15.98	<b>TM3-T05</b> .
17	. <b>8369</b>	18.22	<b>TM4-T05</b> .

De acuerdo con estos resultados, parece confirmarse la interrelacion entre las series de la temperatura superficial, exceptuandose en algunos casos. Con **objeto** de aportar mas elementos de Juicio para el  **analisis** de la interrelacion de los factores ambientales' se hicieron pruebas adicionales, esta vez con los valores de las anomalias mensuales normalizadas, cuyos resultados' se muestran en la tabla 4:

TABLA 4

Num.	Coef. Corr.	Est. T	Clave series
1	.8518	19.37	TM1-TM2 .
2	.7421	13.19	TM1-TM3 .
3	.6898	11.35	TM1-TM4 .
4	.5087	7.04	TM1-TM5 .
5	.8701	21.04	TM2-TM3 .
6	.7825	14.97	TM2-TM4 .
7	.6466	10.10	TM2-TM5 .
8	.8086	16.38	TM3-TM4 .
9	.6208	9.44	TM3-TM5 .
10	.7815	14.93	TM4-TM5 .
11	.4058	5.29	TO1-TOS .
12	-.3802	-4.90	TO5-T58 .
13	-.3699	-4.75	SURG1-T31 .
14	-.3378	-4.28	SURG2-TM1 .
15	.7639	14.11	SURG 1 -SURG2.
16	.4432	5.89	TM1-T44 .
17	.3780	4.86	TM1-T46 .
18	.3899	5.08	TM2-T01 .
19	.4600	6.17	TM2-T44 .
20	.3301	4.17	TM2-T46 .
21	.3709	4.76	TM3-T01 .
22	.3646	4.67	TM3-T31 .
23	.4509	6.02	TM3-T44 .
24	.5012	6.90	TM4-T01 .
25	.3698	4.74	TM4-T44 .

Es claramente observable, que en los diez primeros renglones la correlacion obtenida es altamente significativa y corresponde a las pruebas efectuadas entre las series de temperatura superficial en las cinco localidades, que tambien se presenta en las dos tablas anteriores. En este ultimo ensayo la correlacion entre las anomalias de surgencias en las dos localidades es muy significativa. Algunas series que mostraron cierto grado de correlacion, corresponden a datos de temperatura superficial y ambiental, observandose bajos coeficientes de correlacion.

5.2.2 La correlacion entre **CPUE** y los factores ambientales. Los resultados del  **analisis**  de correlacion entre las series de promedios anuales de **CPUE** y de factores ambientales se muestran  **acontinuacion** . En lo  **sucesivo**  los datos de **CPUE** se identificaran por las claves siguientes:  **CPU1**  para sardina monterey,  **CPU2**  para sardina crinuda y  **CPU7**  para los datos totales. Por otra parte, es conveniente hacer la siguiente  **aclaracion** : Los datos de captura abarcan el periodo entre 1973 y  **1981** , e n cambio los datos de factores ambientales cubren entre 1970 y 1981. Con el  **objeto**  de detectar efectos retardados se hicieron tres pruebas con la misma  **informacion**  desfatando la series de **CPUE**, sobre las de los factores ambientales.

En primer lugar se sometieron a prueba de correlacion, los datos de sardina monterey, efectuandose todas las pruebas posibles, y seleccionandose  **unicamente**  los resultados correlacionados significativamente. De igual modo se  **procedio**  en los casos de la sardina crinuda y el total, en la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos:

TABLA S

Num.	Ret.	Coef. Corr.	Est. T	Clave series
1	1	.6933	2.55 *	CPU1-T32 .
2	3	.8254	3.87 *	CPU1-SURG1 .
3	1	-.7191	-2.74 *	CPU2-TM3 .
4	1	-.7669	-3.16 *	CPU2-TM4 .
5	3	.9452	7.66 **	CPU2-SURG1 .
6	1	.7121	2.68 *	CPU7-T32 .
7	3	.8231	3.83 *	CPU7-SURG1 .

NOTA : \*) Indica nivel de confianza del 95 por ciento  
 \*\*) Indica 99 por ciento .

De acuerdo con la tabla 5 existe correlacion entre series con desfaramiento de uno y tres anos; tambien muestra que la serie SURG1 esta correlacionada positivamente con las tres series de CPUE con un desfazamiento de tres, y con la serie CPU2 es altamente significativa. En otros ensayos las series CPU1 y CPU7 se correlacionan con las mismas series y con los mismos periodos de desfazamiento. En el caso de la serie CPU2 esta se correlaciona negativamente con las series de temperatura superficial con desfaramiento de un ano.

**5.2.3 Correlacion cruzada.** Este ensayo consistio en la prueba de correlacion entre las anomalias, segun lo descrito en el capitulo anterior, es conveniente recordar que las series de factores ambientales son mas largas, de modo que cada correlacion produce 36 resultados, de ellos fueron seleccionados los significativos al nivel de 99 por ciento de confianza, se considero conveniente presentar solo los resultados de la correlacion de la serie CPU1, en virtud de la

alta variabilidad en otros casos cuya **interpretacion** no fue posible. En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos:

**TABLA 6**

Num.	Ret.Meses	Coef. Corr.	Clave series
1	11	-. 2801	CPU1-T01 .
2	35	-. 3229	CPU1-T01 .
3	12	. 2796	CPU1-T31 .
4	23	. 2724	CPU1-T31 .
5	1	-. 3252	CPU1-T32 .
6	3	-. 2768	CPU1-T32 .
7	5	-. 2565	CPU1-T32 .
8	7	-. 3039	CPU1-T32 .
9	9	-. 2636	CPU1-T32 .
10	0	. 2521	CPU1-T44 .
11	13	. 2543	CPU1-T44 .
12	10	. 2612	CPU1-T46 .
13	23	. 2804	CPU1-T46 .
14	29	-. 2463	CPU1-T46 .
15	30	-. 2464	CPU1-T46 .
16	35	-. 3084	CPU1-TM1 .
17	36	-. 2940	CPU1-TM1 .
18	35	-. 3343	CPU1-TM2 .
19	36	-. 3293	CPU1-TM2 .
20	35	-. 3292	CPU1-TM3 .
21	36	-. 2612	CPU1-TM3 .
22	35	-. 3267	CPU1-TM4 .
23	36	-. 2825	CPU1-TM4 .
24	35	-. 3031	CPU1-TM5 .
25	13	. 2636	CPU1-SURG2 .
26	14	. 2952	CPU1-SURG2 .

En este caso los coeficientes de correlacion son **bajos** y, en general es notorio **que**, con las series de temperatura ambiental los resultados **reflejan** la variabilidad de los datos. Con las series de temperatura superficial la correlacion mostro tendencias negativas con **defazamientos** de 35 y 36 meses; en cambio, las surgencias de la localidad norte es positiva la tendencia con defazamientos de 13 y 14

meses

5.2. 4 **Correlacion** de promedios movi'les. En esta **etapa**, se presentan los resultados obtenidos con el **metodo** descrito en el punto 2 **2.2.4**, para la **interpretacion** se prepararon las figuras de la 12 a la 20, representando los valores de los coeficientes de **correlacion** en forma de **histograma**, solo se muestran los que corresponden a los promedios moviles de orden 2. Se considero conveniente omitir otros resultados, para evitar la mayor **complicacion** del analisis.

En primer termino, se exponen los resultados obtenidos **unicamente** con los datos de sardina monterrey y temperatura ambiental, de estos **ultimos** solo se emplearon los de las estaciones 01, 44 y 46, los correlogramas resultantes se representan a **continuacion**, en las figuras 12a, 12b y 12c:

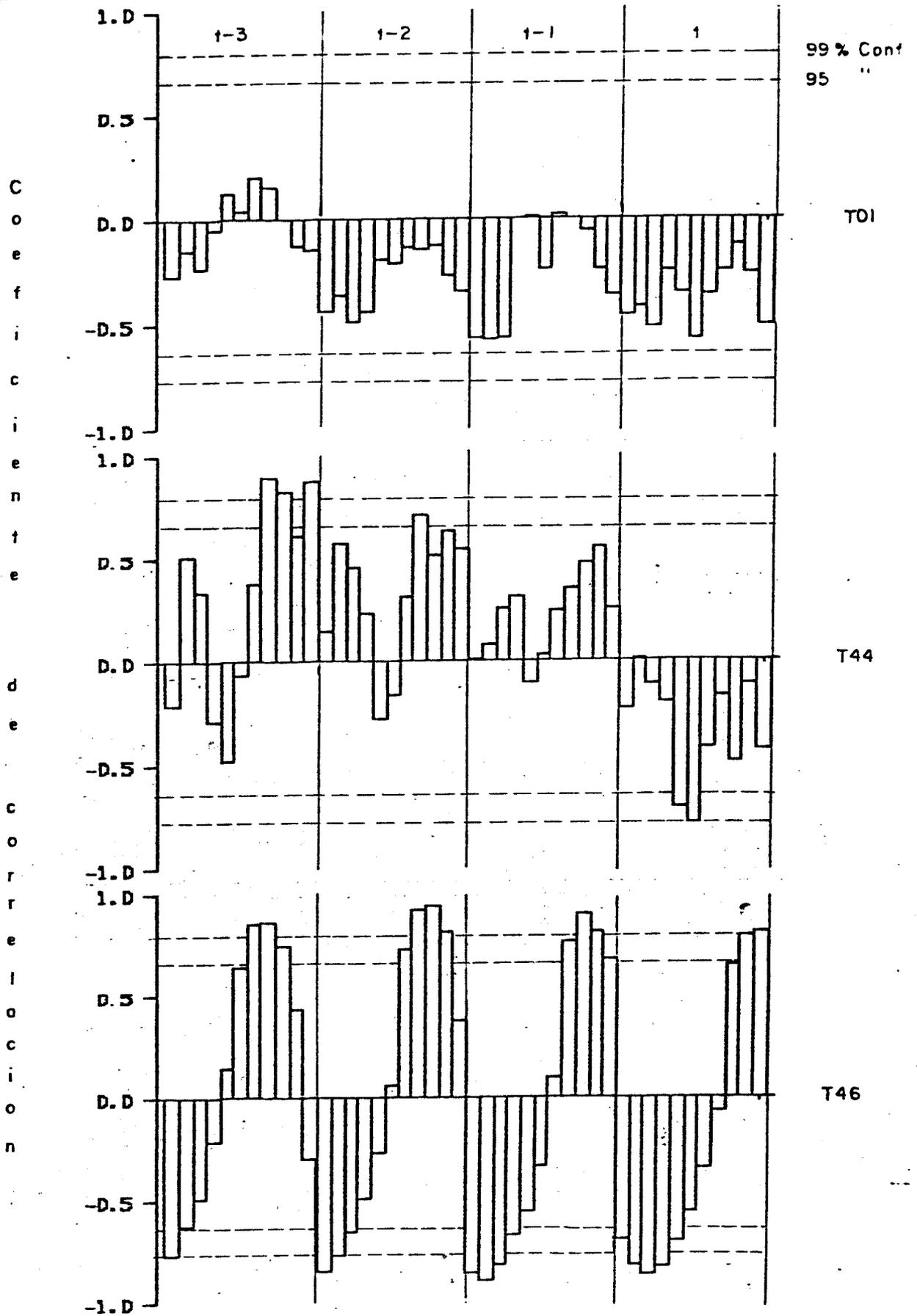


FIG. 12 Correlogramas resultantes del analisis entre las series de CPUE de sardino monterrey y temperatura ambiental.

En la figura 12c existe un **patron** de variacion **ciclico** que, probablemente **refleja** la tendencia de variacion **ciclica** dela temperatura ambiental en bahia Tortugas (figura 9g). De las figuras 12a y 12b se observa una tendencia negativa en la mayor parte de los meses del ano **t**, en tanto en anos anteriores, la tendencia es inversa, con los datos de Cabo 8. Lucas (T01) es negativa, y con los de S. Jose de **Gracia** (T44) es positiva.

Los correlogramas obtenidos de las pruebas entre las series correspondientes a la sardina **crinuda** y la temperatura ambiental, se presentan en las figuras **13a**, 13b y **13c**, de la pagina siguiente:

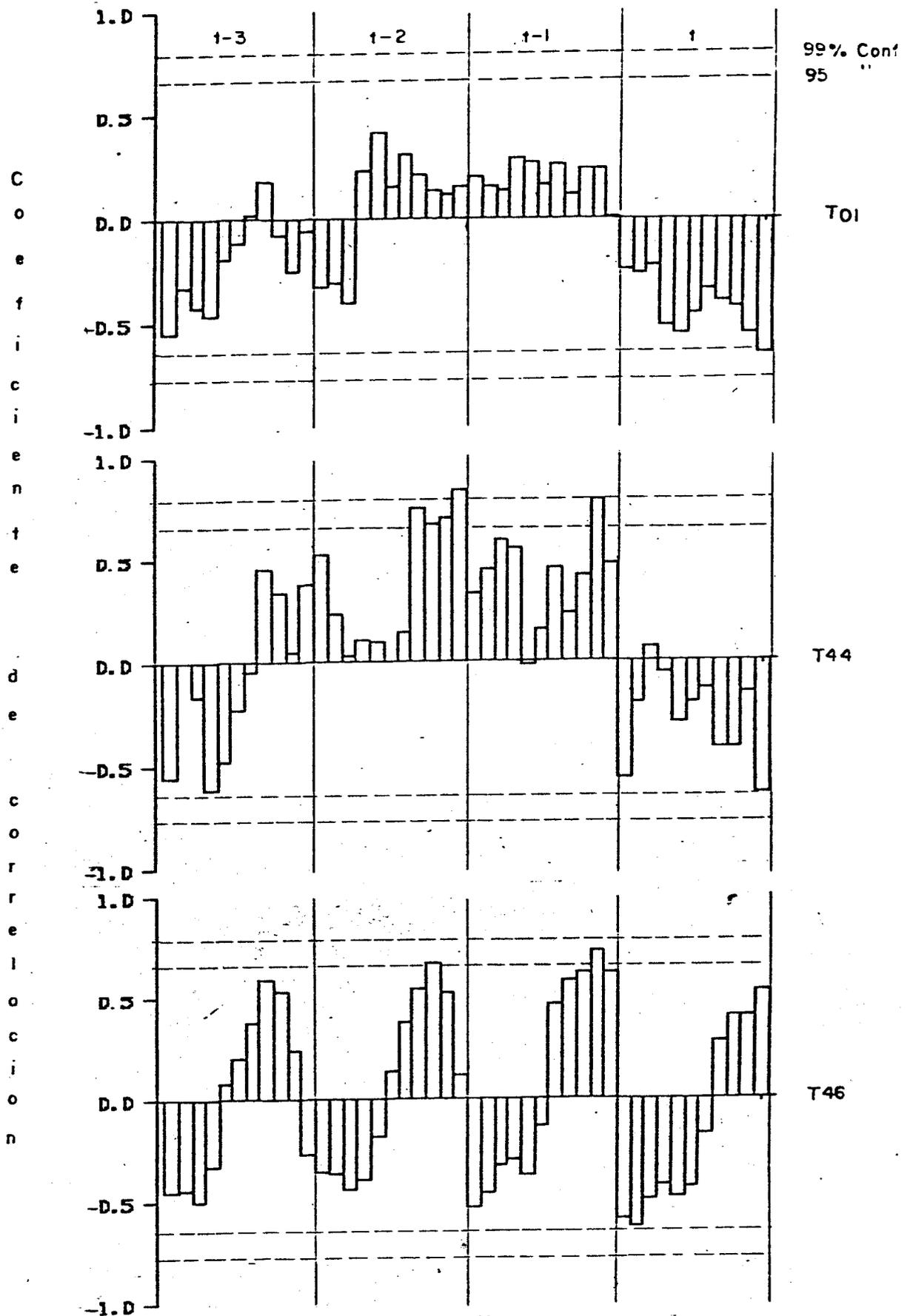


FIG. 13 Correlogramas resultantes del analisis entre las series de CPUE de sardino trinado y de temperatura ambiental.

Entre las figuras 13a y 13b hay cierta semejanza en el patron de **variacion**, siendo **negativa en el ano t**, lo cual se muestra en la parte derecha de la figura, en los anos t-1 y t-2 la tendencia es positiva y **debil**, en el ano t-3 es posible notar una tendencia negativa en los primeros meses. La figura 13b muestra un periodo de alta tendencia positiva en los anos t-1 y t-â y la tendencia es **negativa** y debil en los otros anos. Por ultimo la figura 13c presenta un patron de **variacion periodica** similar al de la figura 12c, que corresponde a la sardina monterrey. **Aqui**, el periodo de los ciclos es de un ano aproximadamente.

La **correlacion** con las series de CPUE de todas las especies y la temperatura ambiental, proporciono los resultados con los que se elaboraron los correlogramas de las figuras 14a, 14b y 14c, que se presentan **a continuacion**:

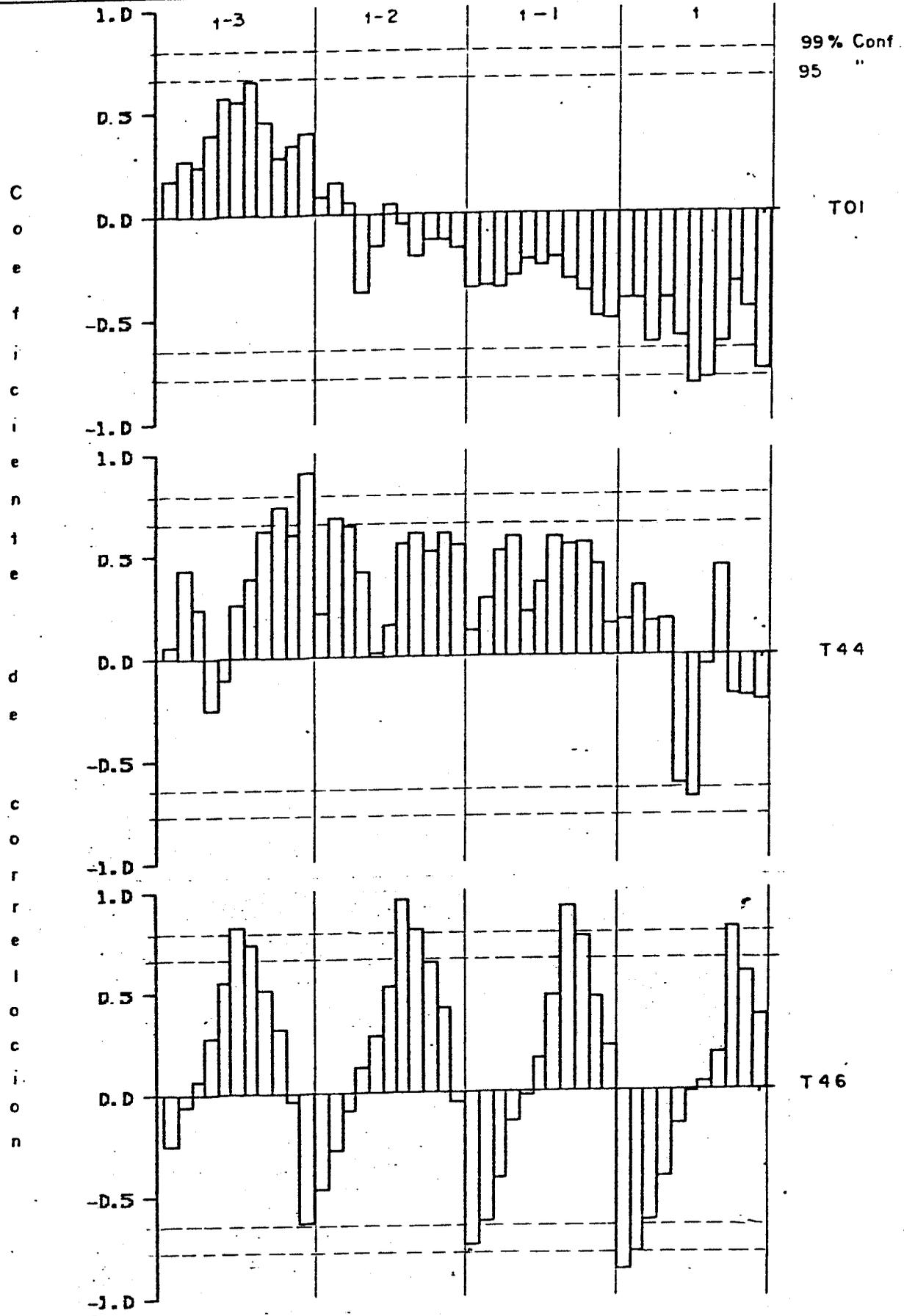


FIG. 14 Correlogramos resultantes del analisis entre las series de CPUE total y de temperatura ambiental.

De la figura 14a es notable la tendencia negativa de la correlacion durante los anos  $t$  y  $t-1$ , que va disminuyendo y posteriormente se invierte en el ano  $t-3$ . En el caso de la figura 14b se muestra la tendencia positiva de las correlaciones en los anos  $t-1$ ,  $t-2$  y  $t-3$ , en el ano  $t$  la correlacion es negativa con los datos de mayo a julio, no aparece claramente definida en el resto de los meses. Nuevamente la figura 14c, muestra un patron ciclico de variacion, al igual que en las figuras 12c y 13c.

En la segunda etapa de pruebas se correlacionaron las series de CPUE con las de temperatura superficial del mar de las localidades TM1, TM2 y TM3, los correlogramas correspondientes a la sardina monterrey se presentan en las figuras 15, de la siguiente pagina:

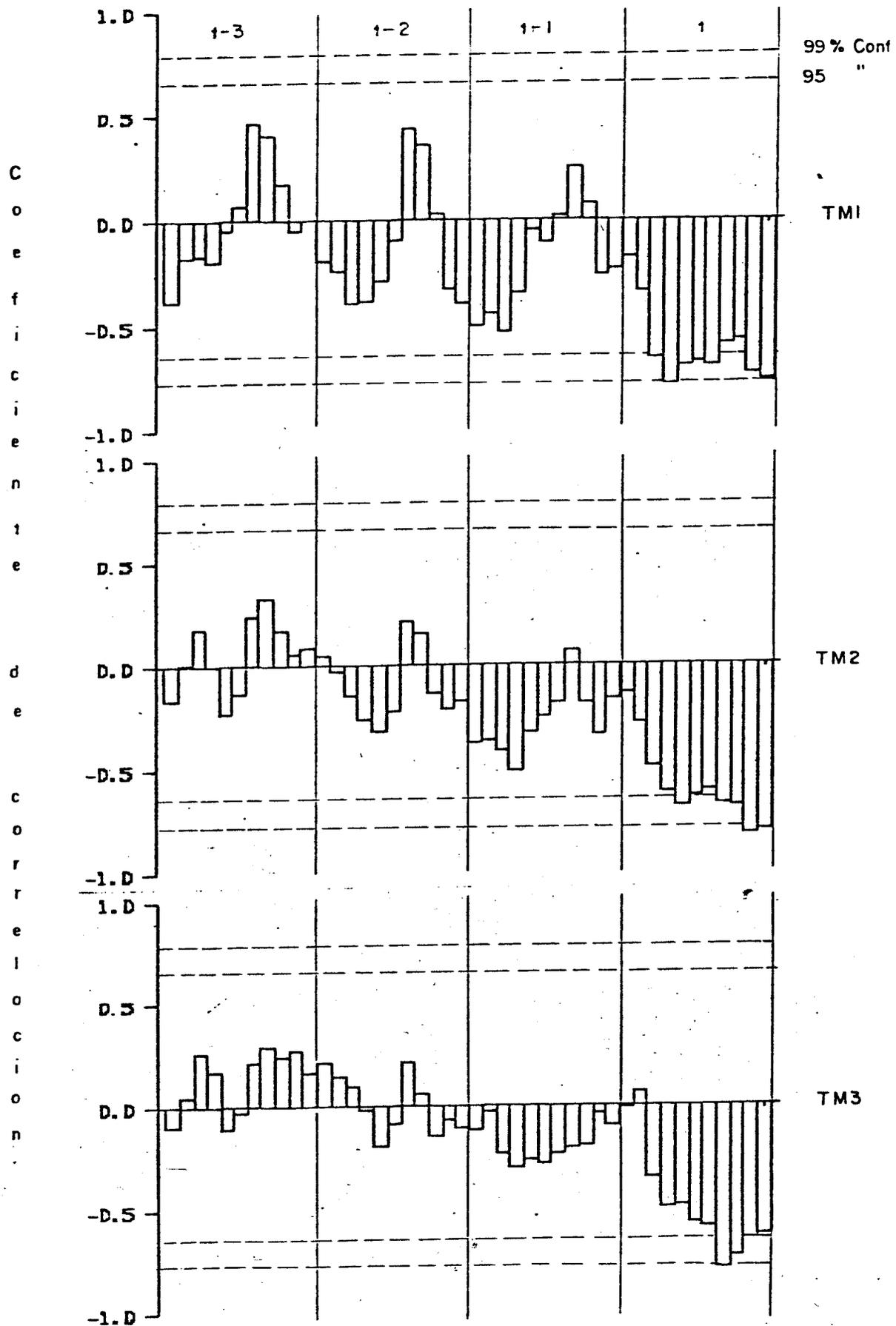


FIG.15 Correlogramas resultantes del analisis entre las series de CPUE de sardino monterrey y temperatura superficial del mar.

En estas figuras es patente una clara tendencia negativa de las correlaciones al año **t**, en tanto que en años anteriores la respuesta es variable, la serie TM1 **arroja** los resultados de la figura **15a**; aquí hay tres **periodos** de tendencia negativa y otros tantos positivos, siendo más marcada la primera, que se presenta en los meses de invierno y primavera. Algo similar ocurre en la figura 15b pero la negativa es predominante disminuyendo hacia **atras** en tiempo. En la figura **15c** la tendencia es negativa y débil en el año **t-1**, y se presenta un periodo positivo también débil **entre** los **periodos** **t-2** y **t-3**.

Los correlogramas correspondientes a las pruebas con las series de sardina **crinuda** se presentan en las figuras **16a**, **16b** y **16c**, que se presentan a **continuacion**:

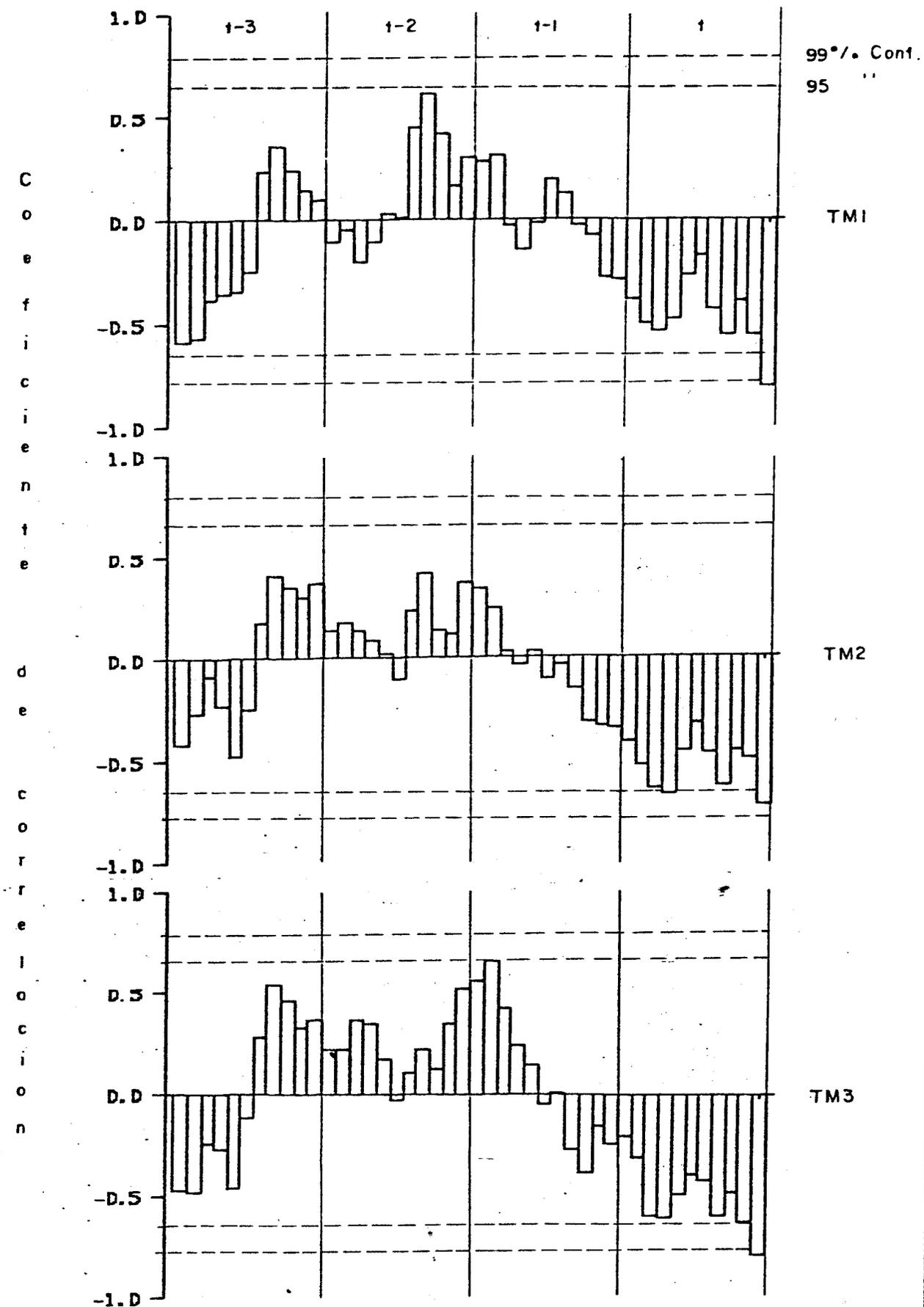


FIG. 16 Correlogramas resultantes del analisis entre las series de CPUE de sardina crinuda y de temperatura superficial del mar.

Es posible notar, un patron similar al de los correlogramas anteriores (figuras 14 y 15), presentandose una **correlacion** al tiempo  $t$  negativa, y tal tendencia disminuye y se invierte en los primeros meses del ano  $t-1$ , por otra parte aparece un periodo positivo entre los tiempos  $t-1$  y  $t-2$ , en el tiempo  $t-3$  se presenta un periodo negativo en la primera mitad del ano y uno positivo en la segunda mitad.

Los correlogramas de las pruebas con la serie CPU7 se presentan en las figuras 17a, 17b y 17c:

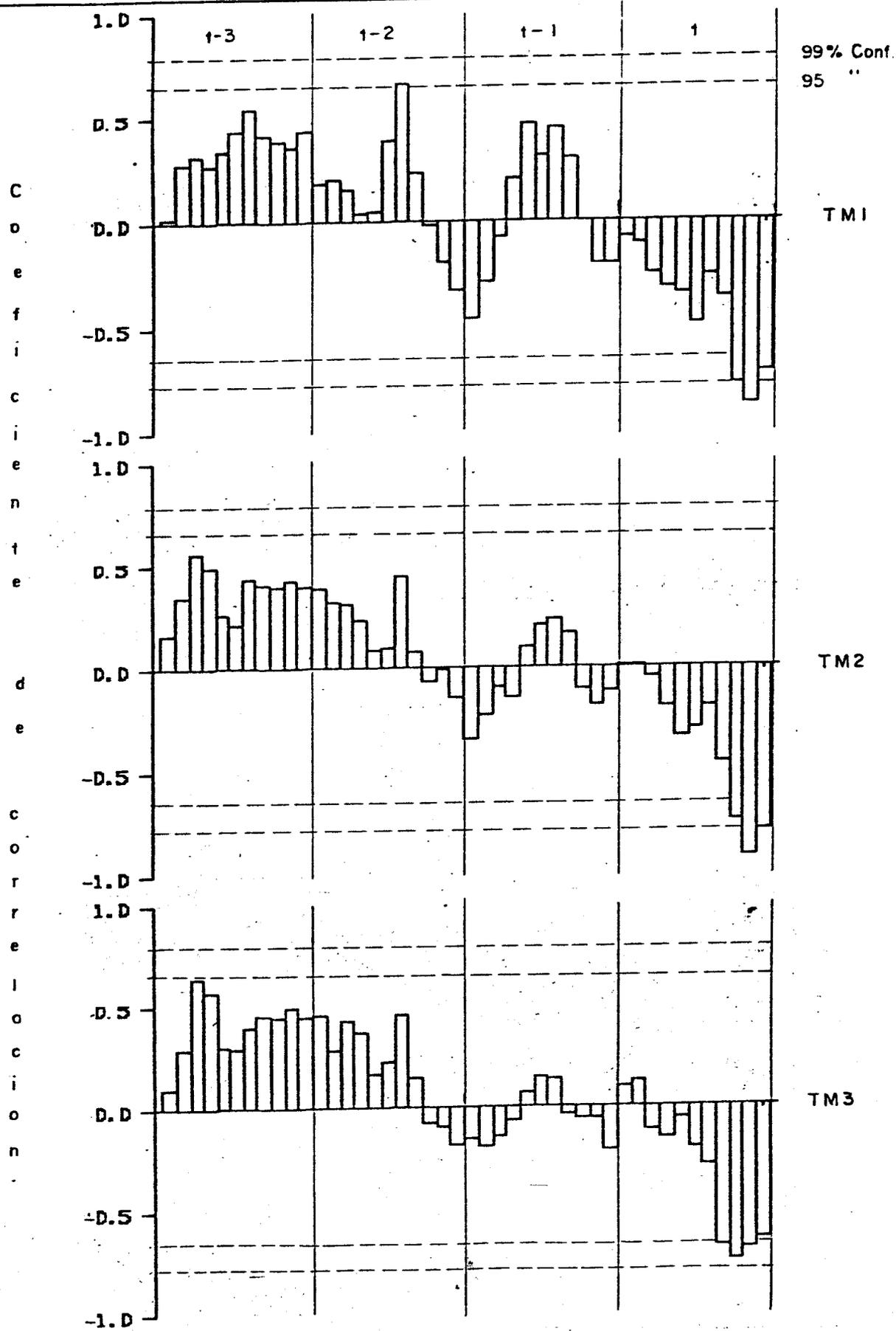


FIG. 17 Correlogramas resultantes del analisis entre las series de CPUE total y de temperatura superficial del mar.

El **patron de variacion** del los tres correlogramas de la figura **17**, es similar a los de las figuras **15** y **16**, donde se observa que al tiempo  $t$  la correlacion es negativa, pero a diferencia de las anteriores el periodo es mas corto, siendo maximo en los meses de septiembre a diciembre. En los anos  $t-1$  y  $t-2$  la correlacion es **baja**, y entre los anos  $t-2$  y  $t-3$  la tendencia es claramente positiva.

En la etapa final de este tipo de pruebas, fueron sometidas al analisis de correlacion las series de **CPUE** y los **indices de surgencia**, procediendo en igual forma que con los datos de temperatura ambiental y superficial. de acuerdo con la **notacion** definida **SURG1** corresponde a los datos de la localidad **sur**, y **SURGE!** a la del norte. En la primera **fase de pruebas** se usaron los datos de la sardina monterrey, los correlogramas se presentan en las figuras **18a** y **18b** que se muestran en la siguiente pagina:

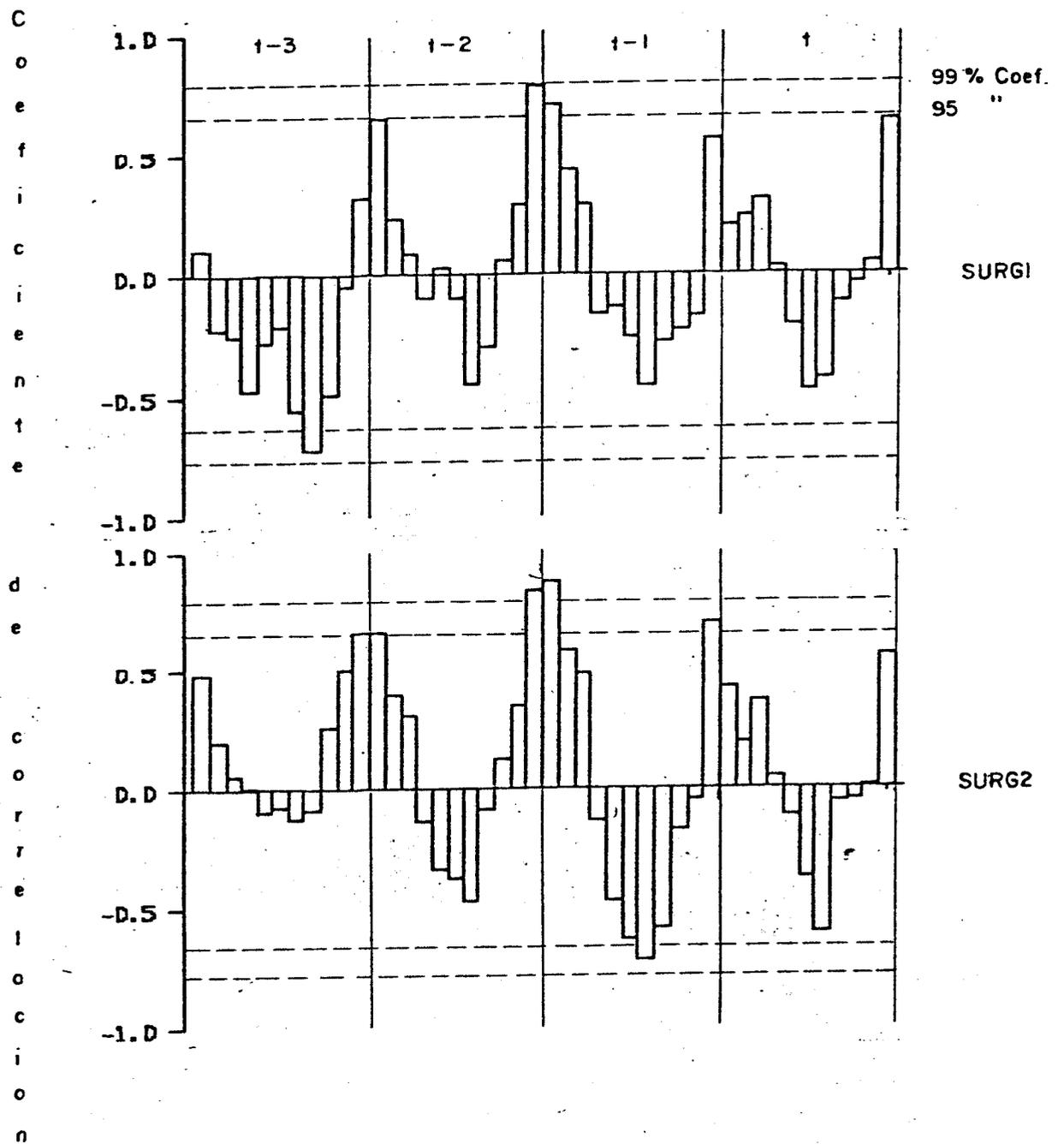


FIG. 18. Correlogramas resultantes del análisis entre las series de CPUE de sardina monterrey y los índices de surgencias.

En las figuras anteriores, es notorio el patron de variacion **semejante** en ambas figurasi tal variacion aparentemente **ciclica**, muestra una tendencia positiva durante invierno y primavera y una tendencia negativa durante verano y **otono**, esto ocurre para los cuatro periodos.

De acuerdo con la forma de **presentacion** de resultados, los correlogramas correspondientes **a** las pruebas efectuadas con la serie CPU2 de la sardina **crinuda** se presentan en las figuras 19a y **19b**, de la pagina siguiente:

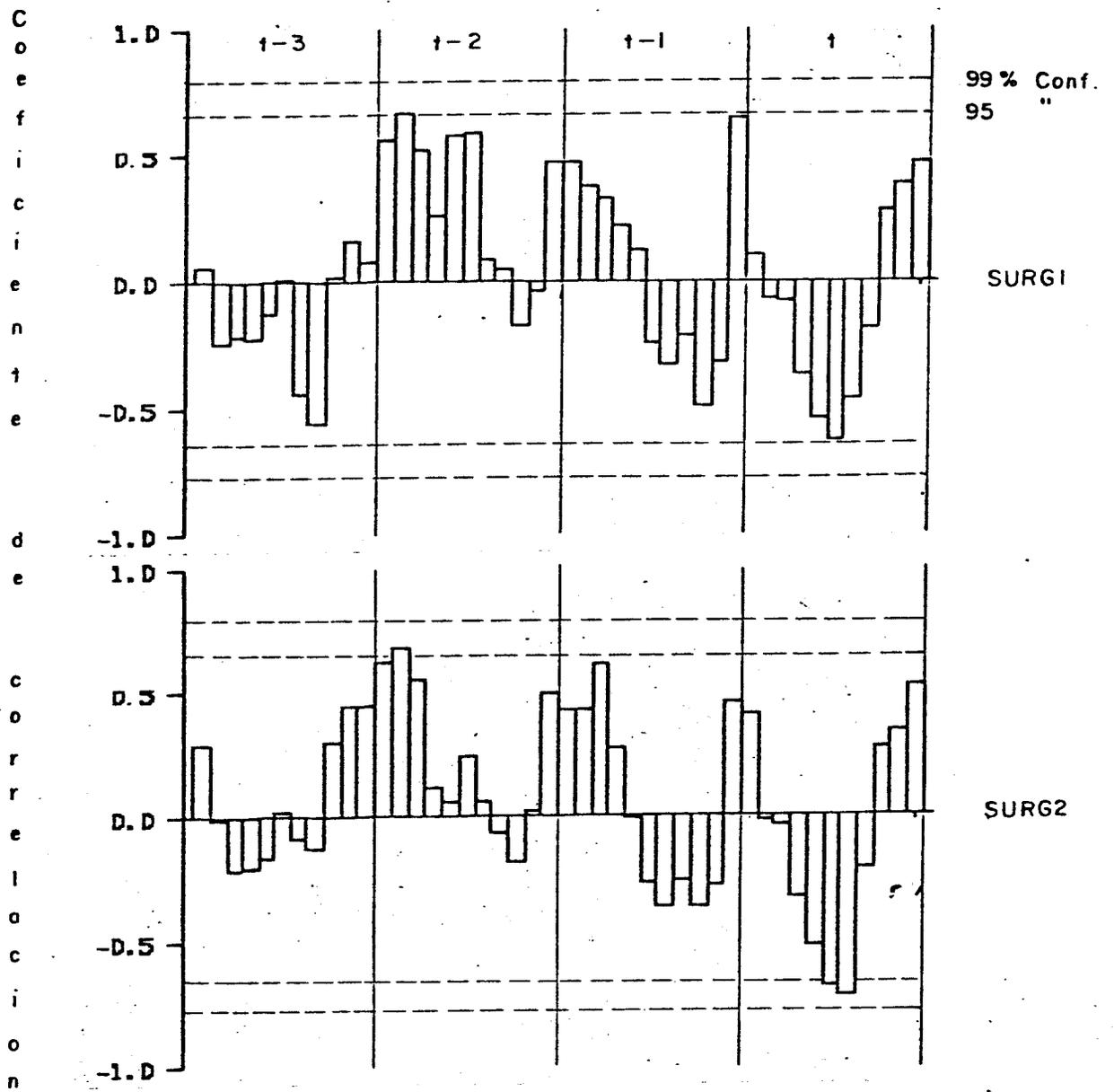


FIG. 19 Correlogramas resultantes del analisis entre las series de CPUE de sardino crinado y de indices de surgencias.

Los patrones de variación son similares en ambas figuras y es notable la presencia de una variación similar al caso de la sardina monterrey, sin embargo las fases positivas son más importantes en los tiempos  $t-1$  y  $t-2$ , y las negativas son más notables en los tiempos  $t$  y  $t-1$ .

Por último se presentan en las figuras 20a y 20b, los correlogramas que resultan de las pruebas con la serie CPU7, correspondiente al total de las capturas:

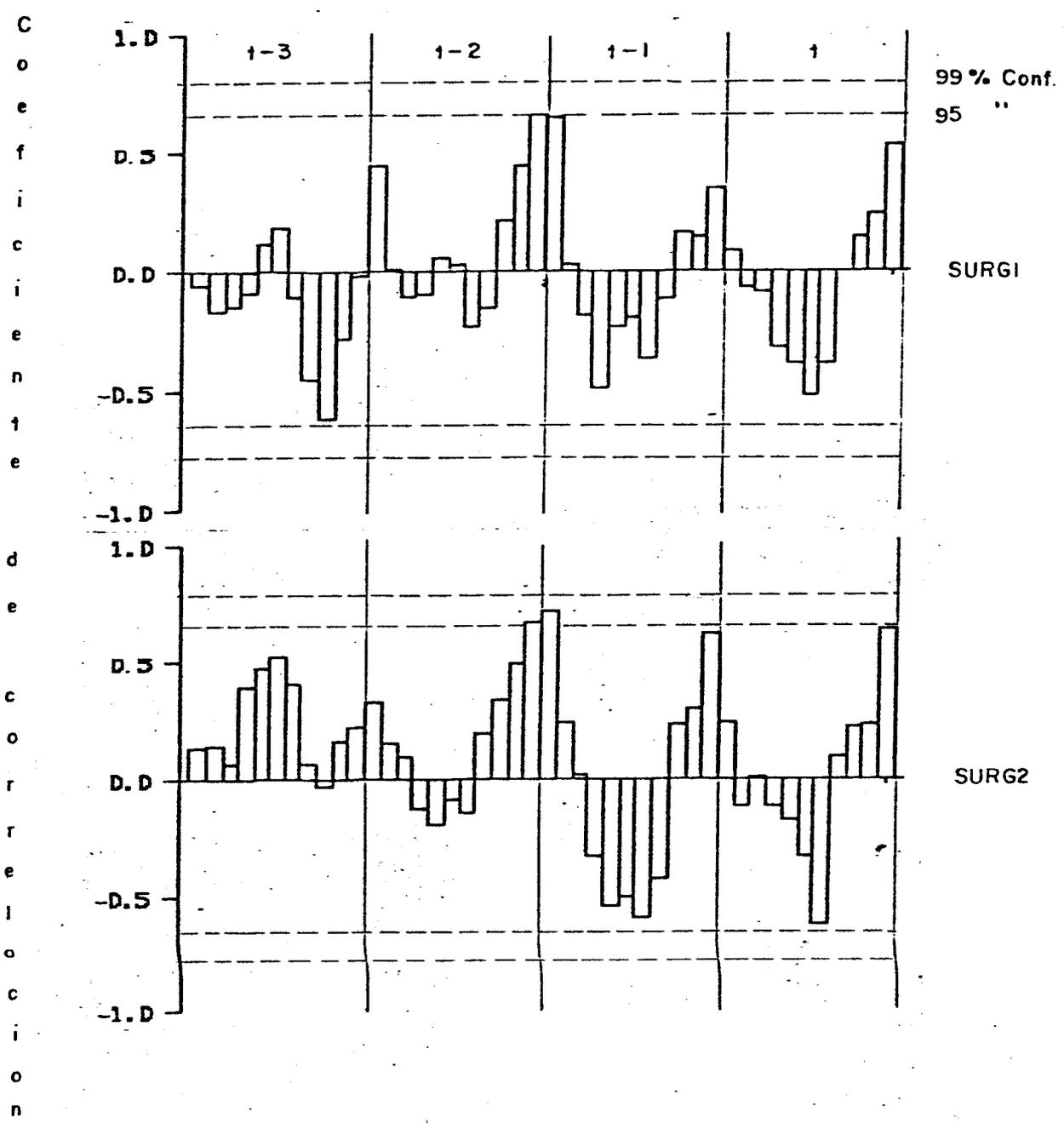


FIG. 20 Correlogramas resultantes del analisis entre las series de CPUE total y de indices de surgencias.

En estas dos ultimas figuras, el **patron** de **variacion** muestra similitud con el de las figuras 19 y 20, correspondientes a la sardinas monterrey y **crinuda** respectivamente, la particularidad de este caso es **que**, las correlaciones mas altas se presentan en el periodo invernal del tiempo  $t-2$  y parte de  $t-1$ , las tendencias negativas se presentan en verano y **otono** de los anos  $t$  y  $t-1$ , lo cual parece indicar lo mismo que los casos anteriores, es decir, **correlaciones** positivas con los meses invernales y de primavera y correlaciones negativas en verano y **otono**.

### 5.3 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CORRELACION MULTIPLE.

En esta parte se presentan los resultados de las pruebas de **correlacion** multiple entre las series de **CPUE** y las de factores ambientales, para ello se aplicaron los dos **metodos** descritos en el capitulo anterior (punto 2.2.2. 5), es conveniente aclarar que no obstante, el haberse generado una gran cantidad de **informacion**, las tablas presentadas son producto de la **seleccion** de resultados significativos desde el punto de vista **estadistico**.

#### 5. 3. 1 **Correlacion** multiple con promedios moviles.

En primer termino se sometio a prueba a la serie CPU1 correspondiente a la sardina monterrey, de acuerdo a l e l procedimiento descrito anteriormente. **A continuacion** se presenta la tabla 7 que se preparo con los resultados altamente significativos:

TABLA 7

I.M.	C.D.	R.V.	B1 f(t)	B2 T(t)	B3 S(t)	B4 S(t-1)	B5 S(t-2)	Series
10-11	.98	38	-0.4	-1.3	-0.6	0.0	0.2	SURG1-TM1
3- 8	1.0	164	-0.1	-1.1	-0.4	0.4	-0.6	SURG1-TM1
3- 9	.98	32	-0.1	-0.1	-0.4	0.3	-0.6	SURG1-TM1
2- 9	.99	116	-0.1	-1.1	-0.4	0.4	-0.6	SURG1-TM1
1-10	.98	38	-0.2	-1.2	-0.5	0.4	-0.6	SURG1-TM1
11-12	.98	30	0.4	1.0	0.6	0.9	1.1	SURG1-TM2
11-12	.99	65	-0.2	0.7	-0.3	0.7	1.6	SURG1-TM5
3-10	.99	55	-0.8	-1.0	-0.1	-0.3	-0.7	SURG2-TM1

En esta tabla se pueden diferenciar dos tipos de resultados: En primer lugar aquellos cuyo intervalo abarca entre 8 y 10 meses, coincidiendo con las estaciones de verano y otoño, la correlación mas alta fue obtenida al introducir los promedios de surgencias de marzo a agosto, así como los datos de temperatura de la localidad 1. Por otra parte, se observa que los mayores valores absolutos de los coeficientes beta ponderados, correspondieron a los de temperatura superficial, que de acuerdo con Davies (1971), los beta ponderados son índices de importancia relativa del predictor, y según este mismo criterio la variable de menor peso relativo es el esfuerzo. Otro aspecto de los resultados presentados en la tabla, es que los coeficientes son negativos con excepción de uno, por otra parte los coeficientes de las surgencias en t-1, son positivos.

El otro tipo de resultados solo se presento en tres ocasiones, cuando se introducen al análisis los promedios de

surgencias de los **ultimos** tres meses del **ano**, sin embargo el signo y valor de los coeficientes presenta variabilidad, de modo que esto dificulta su **interpretacion** de manera general.

Siguiendo el mismo procedimiento se procesaron los datos de la sardina **crinuda**, los cuales se presentan en la tabla 8:

TABLA 8

I.M.	C.D.	R.V.	B1 f(t)	B2 T(t)	B3 S(t)	B4 S(t-1)	B5 S(t-2)	C. series
3- 6	.99	104	0.3	-0.6	-0.6	0.6	0.3	SURG1-TM1
2- 6	.99	97	0.3	-0.5	-0.6	0.5	0.4	SURG1-TM1
1- 6	1.0	202	0.3	-0.3	-0.6	0.5	0.6	SURG1-TM1
1- 7	.99	65	0.3	-0.4	-0.5	0.5	0.5	SURG1-TM1
3- 6	.99	63	0.2	-0.6	-0.6	0.5	0.3	SURG1-TM2
2- 6	1.0	144	0.3	-0.5	-0.6	0.4	0.4	SURG2-TM2
1- 6	.99	59	0.3	-0.4	-0.6	0.4	0.5	SURG1-TM2
2- 7	.99	79	0.3	-0.6	-0.6	0.4	0.3	SURG1-TM2
1- 7	.99	110	0.3	-0.5	-0.5	0.4	0.4	SURG1-TM2
3- 6	.99	43	0.3	-0.6	-0.7	0.6	0.1	SURG1-TM3
2- 6	.99	92	0.3	-0.6	-0.7	0.5	0.3	SURG1-TM3
1- 6	.99	57	0.3	-0.4	-0.6	0.5	0.5	SURG1-TM3
2- 7	.99	87	0.3	-0.6	-0.7	0.5	0.2	SURG1-TM3
1- 7	1.0	120	0.3	-0.5	-0.6	0.5	0.3	SURG1-TM3
3- 6	.98	38	0.4	-0.5	-0.7	0.7	0.2	SURG1-TM4
3- 7	1.0	268	0.4	-0.7	-0.7	0.8	0.1	SURG1-TM4
1- 6	.99	41	0.4	-0.3	-0.6	0.5	0.5	SURG1-TM4
2- 7	.99	75	0.5	-0.6	-0.7	0.7	0.3	SURG1-TM4
1- 7	1.0	457	0.4	-0.4	-0.6	0.6	0.4	SURG1-TM4
1- 6	.98	29	0.4	-0.2	-0.5	0.6	0.6	SURG1-TM5
1- 7	.99	98	0.5	-0.4	-0.5	0.6	0.5	SURG1-TM5
5-11	.98	28	-0.4	-2.7	-0.2	0.9	-0.3	SURG2-TM2
5-10	.98	35	-0.6	-1.7	-0.3	1.1	-0.6	SURG2-TM3

Aqui se presenta un total de 23 resultados muy significativos, de ellos 21 involucran a los promedios de surgencias de los primeros seis o siete meses del **ano**,

correspondiendo estos a la localidad sur. Por otra parte, los coeficiente beta ponderados muestran homogeneidad en cuanto a su valor y signo, de acuerdo con esto las variables de mayor importancia relativa son las surgencias al tiempo  $t$  y  $t-1$ , las cuales influyen negativa y positivamente, otro factor importante es la temperatura cuyo efecto es negativo: Contra lo esperado el coeficiente del esfuerzo es positivo, por ultimo las surgencias al tiempo  $t-2$  tienen un efecto positivo como predictor. Los ultimos dos resultados de la tabla se apartan de los anteriores, en estos casos los datos usados corresponden a las surgencias del norte, donde los parametros de mayor peso relativo son, la temperatura y las surgencias al tiempo  $t-1$ , y su efecto es negativo y positivo respectivamente.

En la tercera serie de pruebas se tomaron los datos de la serie CPU7 correspondiente al total de las capturas4 esto se hizo de igual modo que en los casos anteriores y los resultados se presentan en la tabla 9:

TABLA 9

I.M.	C.D.	R.V.	B1 f(t)	B2 T(t)	B3 S(t)	B4 S(t-1)	B5 S(t-2)	C. Series
10-11	1.0	186	-0.4	-1.0	-0.2	0.7	0.6	SURG1-TM1
10-12	.99	50	-0.5	-0.5	-0.1	0.8	0.8	SURG1-TM1
9-12	.98	38	-0.2	-0.2	0.3	0.8	0.8	SURG1-TM1
4- 5	1.0	664	-0.9	-1.0	0.2	-0.9	-0.4	SURG1-TM2
4- 5	.99	40	-1.0	-1.1	0.3	-0.8	-0.6	SURG1-TM3
9-12	.98	34	0.1	0.2	0.7	1.0	1.0	SURG1-TM5
4- 5	.99	53	-53	-0.6	-0.9	-0.2	-0.6	SURG2-TM1
4- 6	.98	32	-0.8	-0.7	-0.1	-0.8	-0.6	SURG2-TM1
3- 6	.99	109	-0.7	-1.0	-0.0	-0.6	-0.6	SURG2-TM1
3- 7	.98	35	-0.9	-0.9	-0.1	-0.6	-0.6	SURG2-TM1
2- 9	.98	30	-1.0	-1.1	-0.1	-0.6	-0.7	SURG2-TM1
2-11	.99	96	-2.5	-1.7	-0.6	-1.3	-1.8	SURG2-TM1
11-12	.99	45	1.5	1.8	2.8	1.3	-0.9	SURG2-TM3
4- 5	.99	40	-0.6	-1.0	0.1	-0.8	-0.9	SURG2-TM4
3- 6	.98	34	-0.7	-1.1	0.2	-0.5	-0.9	SURG2-TM4

En esta tabla se observa que los resultados presentan mayor diversidad, es decir se aprecian cierto tipo de diferencias entre los valores y signos de los coeficientes **asi** como en el intervalo promediado de las **surgencias**, no obstante se pueden **diferenciar** dos tendencias' en primer termino aquellas en donde se presentan los promedios de surgencias de los **meses de marzo y julio**, en cuyo caso las variables de mayor peso **predictivo son**, la temperatura, el esfuerzo y las surgencias al tiempo t-1 respectivamente, todas con influencia negativa: El segundo tipo de resultados comprenden aquellos en donde se involucran los promedios de surgencias de octubre a diciembre. **con relacion al peso** de las variables no se puede generalizar debido **a** la falta de homogeneidad de los resultados. En otro sentido, se observan resultados

diferentes a los descritos, siendo las variables de mayor peso relativo la temperatura, el esfuerzo y las surgencias en t-2, cuyo signo es negativo.

### 5.3.2 Correlacion multiple con promedios desplazados.

En esta ultima parte se presentan los resultados de las pruebas con el algoritmo enunciado en la parte final del capitulo anterior; los datos sometidos a prueba corresponden a los de la sardina monterrey, a la **crinuda** y los totales.

#### 5. 3.2. 1 Pruebas con la serie de sardina monterrey.

De las 2080 pruebas de **correlacion** efectuadas, se eligieron los resultados de las altamente significativas, segun el valor estimado del **estadistico F**, los cuales se presentan en la tabla 10.

TABLA 10

Ret.	F	-----Coeficientes beta ponderados-----									series
		Ft	Tt	S1 t	Cl t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2		
0	28807.	0.6	-0.2	0.4	0.6	0.3	---	0.8	0.9	T4	S2
0*	19975.	1.6	0.9	---	0.8	0.8	0.7	1.3	1.5	T5	S2
4	98283.	0.1	0.2	0.9	1.8	0.8	0.6	---	0.6	T3	S1
5	14528.	-0.4	-0.9	0.3	0.1	0.3	0.1	---	-0.5	T2	S2
6	34107.	0.6	-0.2	0.8	0.9	---	0.4	0.6	0.3	T4	S2
7*	28924.	0.0	-0.2	-1.3	---	1.1	0.3	0.0	-0.8	T1	S2
7*	35318.	0.0	-0.2	-1.3	0.0	1.1	0.3	---	-0.8	T1	S2
7	69759.	0.1	-0.2	-1.1	---	1.1	0.4	0.1	-0.8	T5	S2
8	16672.	0.1	-0.4	---	-0.4	0.5	0.0	0.7	-0.2	T2	S2
8	8219.	0.0	-0.4	0.0	-0.5	0.5	---	0.6	-0.2	T2	S2
10	31632.	---	-0.6	0.4	-0.2	0.2	0.3	0.8	0.4	T1	S1
<b>Ajuste al modelo lineal</b>											
0	6351.	0.6	-0.2	0.4	0.6	0.3	---	0.8	0.9	T1	S2
0	8441.	0.2	-0.6	0.5	0.4	---	-0.3	0.5	0.7	T4	S2
0*	14823.	1.7	0.9	---	0.8	0.8	0.7	1.4	1.5	T5	S2
3	30783.	---	0.3	0.7	1.0	0.3	-0.2	-0.3	0.2	T2	S1
5	11508.	-0.4	-1.0	0.2	---	0.3	0.1	-0.1	-0.6	T2	S2
6	18819.	---	-0.6	0.0	0.4	0.5	0.3	6.0	-0.2	T1	S2
6	17021.	0.0	-0.6	---	0.4	0.6	0.3	0.0	-0.2	T1	S2
6	39380.	-0.7	-1.0	-0.8	---	1.1	0.2	-0.5	-0.8	T1	S2
6	6283.	0.6	-0.2	0.8	0.9	---	0.4	0.6	0.3	T1	S2
6	22271.	0.0	-0.6	0.0	0.4	0.6	0.3	---	-0.2	T1	S2
6	10838.	0.3	-0.4	0.3	0.6	0.3	0.3	0.3	---	T1	S2
7*	118089.	0.1	-0.2	-1.2	---	1.1	0.3	0.0	-0.8	T1	S2
7*	43598.	0.1	-0.2	-1.2	0.0	1.2	0.3	---	-0.8	T1	S2
8	11592.	0.1	-0.4	---	-0.6	0.5	0.0	0.7	-0.3	T3	S2
8	185958.	0.1	-0.3	0.0	-0.5	0.5	---	0.7	-0.3	T3	S2
11	11431.	---	-0.9	0.2	-0.3	-0.3	0.6	0.5	0.2	T1	S1
<b>Ajuste al modelo exponencial</b>											

De esta, es conveniente puntualizar lo siguiente:

- i. al comparar los resultados entre los modelos utilizados, se observa que la forma exponencial se ajusta en un mayor numero de casos.

ii. Por otra parte, tres resultados coinciden entre ambas, indicandose en la tabla con un asterisco en el margen izquierdo.

iii. En las pruebas efectuadas con el modelo lineal el retardo mas frecuente es de siete meses, en el otro caso es de seis.

iv. En el 85 por ciento de las pruebas los datos de surgencia corresponden a los de la **estacion norte (S2)**, asi mismo en diez resultados los datos de temperatura son de la localidad norte **(TM1)**.

v. La **informacion** proporcionada por el valor y signo de los coeficientes beta ponderados se puede resumir de la siguiente forma: la temperatura esta inversamente relacionada con la **CPUE**, y en el 85 por ciento de las pruebas el esfuerzo es relativamente poco importante.

vi. En general los retardos mas frecuentes son de seis, siete y ocho meses. Pero es conveniente mencionar que en algunos casos los valores de las variables de surgencias son iguales, de acuerdo con lo que se indica en la tabla 3 y en la figura 2 del **capitulo** anterior, por **ejemplo**, cuando existe un retardo de **cero**, seis y doce **meses**, algunas de las variables en estos tres casos son las mismas (ver

figura 2).

La segunda serie de pruebas dio los resultados presentados en la tabla 11, en cuyo caso se excluyeron los datos de esfuerzo del **análisis**, procediendo de igual forma que en el caso anterior.

TABLA 11

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series
		Tt	S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2	
0*	830.	-0.8	0.8	0.5	---	-0.4	0.5	0.5	T5 S2
4	190.	-0.6	0.4	0.7	0.3	---	0.2	-0.1	T1 S1
4	177.	-0.4	0.5	0.9	0.4	0.1	0.2	---	T1 S1
4	100.	0.1	0.8	1.6	0.7	0.4	---	0.5	T5 S1
4	323.	-0.7	0.6	0.4	---	0.2	0.4	-0.3	T1 S2
5*	135.	-0.7	1.3	1.9	0.9	0.7	0.9	---	T5 S1
6*	841.	-0.6	---	0.5	0.5	0.3	0.0	-0.2	T1 S2
6*	263.	-0.6	0.0	0.5	0.5	0.3	---	-0.2	T1 S2
6*	183.	-0.6	---	0.5	0.6	0.4	0.1	-0.4	T4 S2
7*	1330.	-0.2	-1.3	---	1.1	0.3	0.0	-0.8	T1 S2
7*	4299.	-0.2	-1.3	0.0	1.1	0.3	---	-0.8	T1 S2
7	261.	-0.2	-1.2	---	1.1	0.3	0.0	-0.9	T2 S2
7*	619.	-0.3	-1.2	0.0	1.2	0.3	---	-0.9	T2 S2
7	225.	-0.2	-1.3	---	1.2	0.3	0.0	-0.9	T3 S2
7*	3152.	-0.2	-1.4	-0.1	1.2	0.3	---	-0.9	T3 S2
7	184.	-0.1	-1.4	---	1.2	0.3	0.0	-0.9	T4 S2
7*	838.	-0.2	-1.4	-0.1	1.2	0.3	---	-0.9	T4 S2
7	155.	-0.2	-1.2	---	1.1	0.4	0.1	-0.8	T5 S2
7*	229.	-0.2	-1.4	-0.1	1.2	0.3	---	-0.9	T5 S2
8*	135.	-0.4	---	-0.5	0.4	0.0	0.6	-0.1	T1 S2
8*	153.	-0.3	-0.1	-0.5	0.4	---	0.6	-0.1	T1 S2
8*	738.	-0.5	---	-0.6	0.5	0.0	0.6	-0.3	T2 S2
8*	4063.	-0.4	0.0	-0.5	0.5	---	0.6	-0.3	T2 S2
8*	1906.	-0.4	---	-0.6	0.5	0.0	0.7	-0.3	T3 S2
8*	431.	-0.4	0.0	-0.6	0.5	---	0.7	-0.3	T3 S2
10	190.	-0.6	0.2	-0.1	---	0.4	0.7	0.3	T1 S1

Ajuste al modelo lineal

(Continua en la siguiente pagina).

TABLA 11  
(Sigue de la pagina anterior).

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series
		Tt	S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2	
0*	356.	-0.9	0.8	0.5	---	-0.5	0.5	0.5	T5 S2
4	256.	-0.7	0.6	0.3	---	0.2	0.4	-0.3	T1 S2
5*	155.	-0.6	1.4	2.0	1.0	0.7	0.8	---	T5 S1
6*	1678.	-0.6	---	0.4	0.6	0.3	0.0	-0.2	T1 S2
6*	873.	-0.6	0.0	0.5	0.6	0.3	---	-0.2	T1 S2
6*	121.	-0.6	---	0.5	0.6	0.4	0.1	-0.4	T4 S2
6	105.	-0.6	-0.1	0.5	0.7	0.4	---	-0.4	T4 S2
7*	113.	-0.2	-1.3	---	1.2	0.3	0.0	-0.8	T1 S2
7*	577.	-0.2	-1.3	-0.1	1.2	0.3	---	-0.9	T1 S2
7*	334.	-0.3	-1.3	-0.1	1.2	0.3	---	-1.0	T2 S2
7*	1331.	-0.2	-1.4	-0.1	1.3	0.3	---	-1.0	T3 S2
7*	317.	-0.2	-1.4	-0.1	1.3	0.3	---	-1.0	T4 S2
7*	297.	-0.2	-1.4	-0.1	1.3	0.4	---	-1.0	T5 S2
8*	214.	-0.4	---	-0.5	0.4	0.0	0.6	-0.2	T1 S2
8*	236.	-0.4	-0.1	-0.5	0.4	---	0.6	-0.2	T1 S2
8*	484.	-0.5	---	-0.6	0.5	0.0	0.6	-0.3	T2 S2
8*	669.	-0.5	0.0	-0.6	0.5	---	0.6	-0.3	T2 S2
8*	2862.	-0.4	---	-0.7	0.5	-0.1	0.7	-0.3	T3 S2
8*	290.	-0.4	0.0	-0.7	0.5	---	0.7	-0.3	T3 S2

Ajuste al modelo exponencial

De aqui se menciona lo siguiente:

- i. Se obtienen un mayor numero de resultados, al usar el modelo lineal a diferencia de los resultados de la tabla 10.
- ii. Comparando los resultados de los dos modelos, coinciden en el 60 porciento, los cuales se indican con un asterisco.
- iii. Los retardos mas frecuentes son de siete y ocho

meses, representando el 42 por ciento; con el modelo lineal los retardos mas frecuentes son de siete **meses, despues** de ocho y finalmente de cuatro.

iv. El 87 por ciento de estos resultados involucran **a** los datos de surgencia de la localidad **norte (S2)**.

v. El 98 por ciento de los coeficientes beta ponderados de la temperatura superficial son negativos, los coeficientes de las surgencias son variables en valor y signo dependiendo del retardo.

**A continuacion** se presentan los resultados de la tercera serie de pruebas de **correlacion** multiple. En este ultimo ensayo se suprimen el esfuerzo y dos variables simultaneamente en cada **iteracion**, de acuerdo con la metodologia descrita anteriormente. Los resultados se presentan en la tabla 12:

TABLA 12

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series
		Tt	S1 t	S1 t-1	S1 S2 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2	
4*	119.	---	0.7	1.5	0.7	0.4	---	0.4	1-5 S1
4	101.	-1.0	0.0	---	---	-0.4	0.4	-0.6	TM1 S1
6*	464.	-0.6	---	0.5	0.5	0.3	---	-0.2	TM1 S2
7*	1988.	-0.2	-1.2	---	1.1	0.3	---	-0.8	TM1 S2
7*	407.	-0.2	-1.2	---	1.1	0.3	---	-0.8	TM2 S2
7*	402.	-0.2	-1.3	---	1.2	0.3	---	-0.9	TM3 S2
7	325.	-0.1	-1.3	---	1.2	0.3	---	-0.9	TM4 S2
7	200.	-0.1	-1.3	---	1.2	0.4	---	-0.8	TM5 S2
8*	187.	-0.4	---	-0.5	0.4	---	0.6	-0.1	TM1 S2
8*	1164.	-0.5	---	-0.6	0.5	---	0.6	-0.3	TM2 S2
8*	771.	-0.4	---	-0.6	0.5	---	0.7	-0.3	TM3 S2
8*	98.	-0.3	---	-0.6	0.4	---	0.7	-0.2	TM4 S2
ll	94.	-0.8	---	-0.2	-0.5	0.5	0.3	---	TM1 S1
<b>Ajuste al modelo lineal</b>									
4*	104.	-1.0	0.0	---	---	-0.4	0.4	-0.6	TM1 S1
6*	1557.	-0.6	---	0.5	0.6	0.3	---	-0.2	TM1 S2
6	92.	-0.4	---	0.5	0.7	0.4	---	-0.4	TM4 S2
7*	177.	-0.2	-1.2	---	1.1	0.3	---	-0.8	TM1 S2
7*	100.	-0.3	-1.2	---	1.1	0.3	---	-0.9	TM2 S2
7*	95.	-0.2	-1.3	---	1.2	0.3	---	-0.9	TM3 S2
8*	306.	-0.4	---	-0.5	0.4	---	0.6	-0.2	TM1 S2
8*	859.	-0.5	---	-0.6	0.5	---	0.6	-0.3	TM2 S2
8*	478.	-0.4	---	-0.7	0.5	---	0.7	-0.3	TM3 S2
8*	120.	-0.4	---	-0.7	0.5	---	0.7	-0.3	TM4 S2
<b>Ajuste al modelo exponencial</b>									

De aqui es necesario aclarar lo siguiente, en el primer renglon de resultados, en lugar de la clave de serie de la temperatura esta se substituyo por 1-5, lo cual indica que este resultado se repite cinco veces, que es debido a que la eliminacion de los datos de temperatura en cinco estaciones, lo cual origina que el analisis se efectua con los mismos datos.'

Por otra parte, la tabla 12 incluye los resultados en **funcion** del valor del **estadístico F**.

A **continuacion** se puntualizan los principales aspectos de la tabla 12:

- i. El mayor numero de resultados se obtuvieron con el modelo lineal.
- ii. De los resultados seleccionados de ambos modelos coinciden nueve. Lo que se indica con asterisco.
- iii. Los retardos mas frecuentes son de siete y ocho **meses**, en el caso del modelo lineal es de siete.
- iv. Los datos de surgencia provenientes de la localidad norte, dieron **mejor ajuste**.
- v. Los coeficientes beta ponderados para la temperatura son negativos en todos los casos donde esta variable se introduce en el analisis.
- vi. Los **mejores ajustes** resultan al eliminar las variables **S1, t-1** y **S2, t-1**, con un\* retardo de siete **meses**. Al introducir el retardo de ocho, los **mejores ajustes** se presentaron al eliminar las variables **S1, t** y **S2, t**.

La cuarta y ultima serie de pruebas con los datos de la sardina monterrey, se efectuaron eliminando tres variables simultaneamente. Los resultados se presentan en la tabla 13, los cuales fueron seleccionados segun el valor de F, para un nivel de confianza del 99 porciento.

TABLA 13

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series
		Tt	S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2	
3*	33.	---	0.6	0.8.	---	-0.3	-0.2	---	1-5 S1
3	31.	---	0.5	0.9	0.2	-0.3	---	---	1-5 S1
3	30.	-0.4	0.3	0.5	---	---	---	-0.1	TM1 S2
4*	142.	-1.0	---	---	---	-0.4	0.4	-0.6	TM1 S1
6*	54.	-0.5	---	0.5	0.5	0.3	---	---	TM1 S2
7*	130.	---	-1.5	---	1.3	0.3	---	-0.8	1-5 S2
8	30.	---	-0.2	-0.4	0.4	---	0.7	---	1-5 S2
8*	131.	-0.3	---	-0.4	0.4	---	0.6	---	TM1 S2
8*	56.	-0.3	---	-0.4	0.4	---	0.6	---	TH2 S2
8*	52.	-0.2	---	-0.4	0.4	---	0.7	---	TH3 S2
8*	49.	-0.2	---	-0.5	0.4	---	0.7	---	TH4 S2
8*	49.	-0.2	---	-0.5	0.4	---	0.7	---	TH5 S2
9	30.	-0.4	---	-0.1	---	0.3	0.5	---	TM1 S2
10	29.	-0.4	---	---	0.2	---	0.5	0.4	TM1 S2
12	35.	-1.3	---	-0.5	-0.5	0.6	---	---	TM1 81
<b>Ajuste al modelo lineal</b>									
3*	34.	---	0.6	0.8	---	-0.3	-0.2	---	1-5 S1
4*	123.	-1.0	---	---	---	-0.4	0.4	-0.6	TM1 S1
6*	33.	-0.5	---	0.5	0.5	0.3	---	---	TM1 S2
7*	75.	---	-1.5	---	1.3	0.3	---	-0.9	1-5 S2
8*	91.	-0.3	---	-0.4	0.4	---	0.6	---	TM1 S2
8*	39.	-0.3	---	-0.5	0.4	---	0.6	---	TM2 S2
8*	36.	-0.2	---	-0.5	0.4	---	0.7	---	TH3 S2
8*	37.	-0.2	---	-0.5	0.4	---	0.7	---	TH4 S2
8*	39.	-0.2	---	-0.5	0.4	---	0.7	---	TH5 S2
<b>Ajuste al modelo exponencial</b>									

Los resultados muestran las mismas **caracteristicas**

que las del caso anterior. En particular el retardo de ocho meses es el mas frecuente, introduciendo los datos de surgencias de la localidad norte.

5. 3.2.2 Pruebas con los datos de sardina crinuda.

Procediendo de manera similar al caso anterior, efectuando tres series de ensayos, de los cuales, los correspondientes a la primer serie de pruebas se presentan en la tabla 14, preparada solo con los resultados altamente significativos:

TABLA 14

Ret.	F	-----Coeficientes beta ponderados-----									Series
		Ft	Tt	S1			S2				
				t	t-1	t-2	t	t-1	t-2		
0	7218.	-0.6	-0.4	---	-0.2	0.9	-0.8	-0.9	-0.1	TM1 S1	
3	97453.	0.4	-0.8	1.0	---	0.0	-0.5	1.3	0.3	TM1 S2	
8	89013.	---	-1.4	1.4	-0.2	0.2	-0.1	0.5	0.4	TM3 S2	
Ajuste al modelo lineal											
0	29472.	---	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	0.8	-0.6	-0.7	TM1 S1	
0	9766.	0.3	---	-0.2	-0.5	0.4	0.7	0.0	0.2	TM1 S1	
0	10181.	0.3	-0.2	---	-0.5	0.4	0.7	0.0	0.2	TM1 S1	
0	31314.	-0.3	-0.3	-0.1	0.8	---	-0.5	-0.7	0.0	TM1 S1	
0	87481.	-0.6	-0.4	-0.2	0.9	-0.8	---	-1.0	-0.1	TM1 S1	
1	7132.	0.4	-0.2	---	-0.5	0.6	0.7	0.4	0.6	TM4 S1	
2	139753.	1.0	-0.8	---	1.3	0.9	0.8	2.4	0.9	TM5 S2	
6	10749.	0.3	-0.2	0.0	---	0.2	-0.5	0.4	0.7	TM1 S1	
7	7037.	0.4	-0.2	0.4	---	0.6	-0.5	0.6	0.7	TM4 S1	
9	355168.	1.0	-0.2	---	1.1	0.8	0.6	0.7	0.8	TM2 S2	
9	166907.	1.0	-0.2	---	1.1	0.8	0.6	0.8	0.8	TM3 S2	
Ajuste al modelo exponencial											

En **sinthesis** se puede destacar lo siguiente:

- i. Al emplear el modelo exponencial, el numero de resultados es mayor comparativamente con los del modelo 1 ineal.
- ii. No hay resultados coincidentes entre los producidos por ambos modelos.
- iii. Para las pruebas efectuadas con el modelo exponencial el retardo mas frecuente es cero.
- iv. Se logra el **mejor ajuste** con los datos de surgencia de la localidad sur.

En general, estos resultados presentan mayor variabilidad que los anteriores, y por tanto es mas **dificil** su analisis.

La **segunda** serie de pruebas aporto los resultados que **acontinuacion** se presentan en la tabla 15:

TABLA 15

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series
		Tt	t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2	
<b>0*</b>	4221.	-0.4	-0.3	0.3	0.7	-0.3	-0.3	---	<b>TM1 S1</b>
0	272.	-0.4	-0.3	0.3	0.6	-0.4	-0.3	---	TM4 S1
3	136.	-0.4	---	0.4	0.6	-0.1	0.2	0.6	TM5 S1
<b>3*</b>	162.	-1.2	0.8	-0.3	0.1	-0.4	1.2	---	TM1 S2
<b>4*</b>	158.	-0.4	0.2	0.7	0.6	---	0.4	0.6	TM5 S1
8	121.	-0.4	---	0.7	-0.2	-0.3	0.2	0.8	TM3 S1
<b>8*</b>	169.	-1.5	1.3	---	0.2	0.1	0.1	0.4	TM2 S2
<b>8*</b>	127.	-1.5	1.3	0.0	0.2	---	0.1	0.5	TM2 S2
8	218.	-1.4	1.4	-0.2	0.2	---	0.5	0.4	TM3 S2
9	131.	-1.0	0.9	0.1	0.3	---	-0.2	0.7	TM1 S2
10	106.	-0.2	---	0.8	-0.3	0.2	0.6	0.5	TH4 S1
<b>10*</b>	1595.	-0.3	---	0.8	-0.4	0.2	0.5	0.5	TM5 S1
<b>10*</b>	158.	-0.4	0.4	0.6	---	0.2	0.7	0.6	TM5 S1
<b>Ajuste al modelo lineal</b>									
<b>0*</b>	203.	-0.3	-0.4	0.2	0.7	-0.3	-0.4	---	TM1 S1
<b>3*</b>	101.	-1.2	0.7	-0.3	0.1	-0.4	1.2	---	TM1 S2
4	108.	-0.6	---	0.5	0.5	-0.1	0.5	0.5	TM5 S1
<b>4*</b>	117.	-0.4	0.1	0.7	0.6	---	0.4	0.7	TM5 S1
<b>8*</b>	174.	-1.6	1.3	---	0.1	0.0	0.1	0.4	TM2 S2
<b>8*</b>	357.	-1.6	1.3	0.1	0.1	---	0.1	0.4	TM2 S2
8	121.	-1.6	1.3	0.1	0.1	0.0	---	0.4	Tt12 S2
<b>10*</b>	4763.	-0.3	---	0.8	-0.3	0.2	0.5	0.5	TM5 S1
<b>10*</b>	117.	-0.4	0.4	0.7	---	0.1	0.7	0.6	TH5 81
<b>Ajuste al modelo exponencial</b>									

Lo mas relevante de esta tabla es lo siguiente:

- i. El modelo lineal **produjo** mayor numero de resultados altamente significativos.
- ii. De los resultados aportados por los dos modelos, siete coinciden, los que se indican con asterisco.

iii. Los **periodos** de retardo mas frecuentes **son**, ocho y diez meses.

iv. En general es apreciable cierta **relacion** entre el retardo de ocho meses y los **indices** de surgencia de la zona norte, otros resultados parecen asociarse con las surgencias de la localidad **sur**.

v. En todos los casos el signo de los coeficientes de la temperatura es negativo.

La tercera serie de pruebas **produjo** los resultados presentados en la tabla 16:

TABLA 16

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series
		Tt	S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2	
3	121.	-0.4	---	0.4	0.6	---	0.2	0.6	TM5 S1
3*	149.	-1.2	0.9	-0.3	---	-0.4	1.2	---	TM1 S2
8*	208.	-1.5	1.3	---	0.2	---	0.1	0.5	TM2 S2
8*	126.	-1.6	1.3	---	0.2	0.1	---	0.4	TM2 S2
8*	117.	-1.6	1.2	0.0	0.2	---	---	0.5	TM2 S2
9	96.	-0.5	---	0.6	-0.4	---	0.1	0.5	TM5 S1
9	92.	-0.6	---	0.6	-0.4	0.0	---	0.5	TM5 S1
9*	121.	-0.4	0.2	0.6	---	---	0.4	0.6	TM5 S1
9	90.	-0.6	0.0	0.6	-0.4	---	---	0.4	TM5 S1
9*	119.	-1.1	0.9	---	0.3	---	-0.2	0.7	TM1 S2
Ajuste al modelo lineal									
3*	144.	-1.2	0.8	-0.3	---	-0.4	1.2	---	TM1 S2
8*	313.	-1.6	1.3	---	0.1	---	0.1	0.4	TM2 S2
8*	152.	-1.7	1.3	---	0.2	0.0	---	0.4	TM2 S2
8*	218.	-1.6	1.3	0.1	0.1	---	---	0.4	TM2 S2
9	112.	-0.6	---	0.6	-0.4	-0.1	---	0.4	TM5 S1
9*	121.	-0.4	0.2	0.6	---	---	0.4	0.6	TM5 S1
9*	119.	-1.1	0.9	---	0.3	---	-0.2	0.7	TM1 S2
Ajuste al modelo exponencial									

En la tabla 16 se observa coincidencia en el 75 por ciento de los resultados de ambos modelos y en general presentan cierta semejanza con los resultados de la serie anterior. No obstante que ha sido eliminada una variable mas, los retardos mas frecuentes son de ocho y nueve meses.

En la ultima serie de pruebas fueron eliminados tres variables obteniendose los siguientes resultados.

TABLA 17

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series
		Tt	S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2	
2	34.	---	---	0.4	0.9	---	-0.1	0.9	1-5 S1
2	34.	---	-0.1	0.5	1.0	---	---	0.8	1-5 S1
2	33.	-0.1	---	0.4	0.9	---	---	0.8	TM1 S1
2	43.	-0.2	---	0.3	0.8	---	---	0.8	TM2 S1
2	38.	-0.2	---	0.4	0.8	---	---	0.8	TM3 S1
2	40.	-0.2	---	0.4	0.8	---	---	0.8	TM4 S1
2*	90.	-0.2	---	0.4	0.9	---	---	0.8	TM5 S1
2*	57.	-1.5	---	---	0.6	---	1.2	0.2	TM2 S2
2*	30.	-1.6	---	---	0.5	0.0	1.3	---	TM2 S2
2*	34.	-1.5	---	0.1	0.5	---	1.3	---	TM2 S2
2*	34.	-1.6	0.1	---	0.4	---	1.4	---	TM2 S2
2*	61.	-1.3	---	0.4	0.5	---	1.4	---	TM3 S2
3	36.	-0.3	---	0.4	0.5	---	---	0.7	TM2 S1
3	36.	-0.3	---	0.5	0.6	---	---	0.7	TM3 S1
3	30.	-0.2	---	0.5	0.6	---	---	0.6	TM4 S1
3*	45.	-0.3	---	0.5	0.7	---	---	0.7	TM5 S1
4	30.	-1.0	---	---	0.3	-0.4	0.8	---	TM5 S1
4	29.	-0.8	0.6	---	---	-0.3	0.8	---	TM2 S2
4*	46.	-0.8	0.6	---	---	-0.3	0.8	---	TM3 S2
8	34.	---	---	0.8	---	-0.1	0.5	1.0	1-5 S1
8	31.	---	---	0.9	0.1	---	0.5	0.9	1-5 S1
8	34.	---	-0.1	0.9	---	---	0.4	0.9	1-5 S1
8	33.	-0.1	---	0.8	---	---	0.4	0.9	TM1 S1
8	43.	-0.2	---	0.8	---	---	0.3	0.8	TM2 S1
8	38.	-0.2	---	0.8	---	---	0.4	0.8	TM3 S1
8	40.	-0.2	---	0.8	---	---	0.4	0.8	TM4 S1
8*	90.	-0.2	---	0.8	---	---	0.4	0.9	TM5 S1
8*	35.	-0.4	---	0.8	-0.3	---	---	0.9	TM5 S1
8*	34.	-1.5	1.3	---	---	---	0.1	0.5	TM2 S2
8*	34.	-1.6	1.4	---	---	0.1	---	0.4	TM2 S2
8*	182.	-1.6	1.3	---	0.2	---	---	0.4	TM2 S2
8*	57.	-1.5	1.2	0.2	---	---	---	0.6	TM2 S2
8*	61.	-1.3	1.4	---	---	---	0.4	0.5	TM3 S2
9	36.	-0.3	---	0.7	---	---	0.4	0.5	TM2 S1
9	36.	-0.3	---	0.7	---	---	0.5	0.6	TM3 S1
9	30.	-0.2	---	0.6	---	---	0.5	0.6	TM4 S1
9*	45.	-0.3	---	0.7	---	---	0.5	0.7	TM5 S1
9*	143.	-0.6	---	0.6	-0.4	---	---	0.4	TM5 S1
9*	38.	-0.9	0.9	---	0.3	---	---	0.6	TM1 S2
10*	30.	---	-0.9	1.1	-1.3	0.5	---	---	1-5 S1
10	31.	-0.8	0.9	---	0.5	---	---	0.7	TM4 S2

Ajuste al modelo lineal

(Continua en la siguiente pagina)

TABLA 17  
(continua de la pagina anterior)

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series	
		Tt	S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2		
2*	56.	-0.2	---	0.3	0.8	---	---	0.8	TM5	S1
2*	94.	-1.5	---	---	0.5	---	1.3	0.2	TM2	S2
2*	39.	-1.6	---	---	0.4	0.0	1.3	---	TM2	S2
2*	44.	-1.6	---	0.1	0.4	---	1.4	---	TM2	S2
2*	40.	-1.6	0.1	---	0.4	---	1.4	---	TM2	S2
2*	66.	-1.3	---	0.5	0.5	---	1.5	---	TM3	S2
3*	41.	-0.3	---	0.5	0.6	---	---	0.7	TM5	S1
4	33.	-0.3	---	0.6	0.6	---	---	0.8	TM2	S1
4	31.	-0.3	---	0.7	0.6	---	---	0.8	TM3	S1
4*	54.	-0.8	0.5	---	---	-0.4	0.8	---	TM3	S2
8*	56.	-0.2	---	0.8	---	---	0.3	0.8	TM5	S1
8*	29.	-0.4	---	0.8	-0.3	---	---	0.8	TM5	S1
8*	44.	-1.6	1.4	---	---	---	0.1	0.4	TM2	S2
8*	40.	-1.6	1.4	---	---	0.1	---	0.4	TM2	S2
8*	253.	-1.7	1.3	---	0.2	---	---	0.4	TM2	S2
8*	94.	-1.5	1.3	0.2	---	---	---	0.5	TM2	S2
8*	66.	-1.3	1.5	---	---	---	0.5	0.5	TM3	S2
9*	41.	-0.3	---	0.7	---	---	0.5	0.6	TM5	S1
9*	96.	-0.6	---	0.6	-0.4	---	---	0.4	TM5	S1
9*	32.	-1.0	0.9	---	0.3	---	---	0.6	TM1	S2
10*	34.	---	-0.9	1.1	-1.2	0.4	---	---	TM1	S1
10	33.	-0.3	---	0.8	---	---	0.6	0.6	TM2	S1
10	31.	-0.3	---	0.8	---	---	0.7	0.6	TM3	S1
10	31.	-0.8	1.0	---	0.7	---	---	0.9	TM5	S2

Ajuste al modelo exponencial

Como en las dos tablas anteriores se observa un mayor numero de resultados producidos por el modelo lineal. Los retardos mas frecuentes en general son de dos y ocho meses, pero cabe aclarar que la mayoria de las variables son las mismas pero se denotan de diferente forma, la equivalencia entre estas variables se muestra a continuacion:

## R e t a r d o

---

2      8

---

$$S1, t-1 = S2, t-1$$

$$S1, t-2 = S2, t-2$$

$$S2, t-2 = S1, t-1$$

---

Lo mismo ocurre con los retardos de tres y nueve, de modo que es posible considerar un mismo grupo de resultados.

5.3.2.3 Pruebas con los datos del total de las especies. Con los mismos criterios utilizados en las pruebas anteriores con datos de las sardinas monterrey y crinuda, se efectuaron cuatro series de pruebas con los datos totales de CPUE. En la primera etapa, son consideradas ocho variables, las cuales incluyen al esfuerzo, eliminando una en cada iteracion. Los resultados se presentan en la tabla 18:

TABLA 18

Ret.	F	-----Coeficientes beta ponderados-----								Series
		Ft	Tt	S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2	
0	39129.	0.4	-0.2	0.3	0.2	---	0.3	1.0	1.0	TM4 S2
0	12924.	1.1	0.5	---	0.4	0.4	0.8	1.4	1.4	TM5 S2
3	44616.	-0.6	0.2	1.0	0.7	-0.2	-0.5	-0.7	---	TM1 S1
5	8786.	-0.6	-0.9	0.7	0.3	-0.3	---	-0.2	-0.5	TM2 S2
5	7071.	-0.5	-0.8	0.7	0.4	-0.2	---	-0.1	-0.5	TM3 S2
10	1272768	-0.4	-0.3	---	-0.1	0.3	0.7	1.1	0.2	TM1 S1
11	22202.	-0.4	-0.9	---	-0.6	-0.1	0.9	0.6	-0.1	TM4 S1
11	17579.	-0.6	-0.9	-0.2	-0.5	---	0.7	0.3	-0.3	TM2 S2
11	6222.	-0.5	-0.8	-0.1	-0.5	---	0.7	0.4	-0.2	TM3 S2
12	83974.	---	-1.6	-0.2	-0.9	-0.7	1.3	0.6	-0.1	TM4 S1
Ajuste al modelo lineal										
0	140772.	0.3	-0.4	0.2	0.1	---	0.2	0.9	0.9	TM1 S2
0	5426.	0.5	-0.3	0.1	0.2	---	0.4	1.1	1.0	TM2 S2
0	248061.	0.5	-0.2	0.1	0.2	---	0.4	1.1	1.0	TM3 S2
1	5341.	0.2	-3.0	-1.1	0.7	-2.5	---	1.7	-0.9	TM3 S1
5	7306.	-0.8	-1.1	0.5	---	-0.2	-0.1	-0.4	-0.8	TM2 S2
6	9451.	-0.8	-2.4	1.4	1.0	1.0	---	0.5	-1.7	TM3 S1
6	23520.	0.3	-0.5	1.0	1.0	-0.2	0.3	0.2	---	TM4 S2
7	14730.	-0.4	-2.7	1.2	-0.5	0.4	-0.3	---	-1.9	TM2 S1
10	5370.	-0.3	-0.2	---	0.0	0.4	0.7	1.2	0.2	TM2 S1
10	35087.	-0.3	-0.2	-0.1	---	0.3	0.7	1.2	0.2	TM4 S1
12	12337.	-0.8	-2.4	0.5	-1.7	---	1.4	1.0	1.0	TM3 S1
Ajuste al modelo exponencial										

De la tabla 18 se desprenden las siguientes consideraciones:

i. Tanto el modelo lineal como el exponencial presentan un numero igual de resultados.

ii. No se observan resultados coincidentes.

iii. En el caso del modelo lineal, el retardo mas frecuente es de once meses.

iv. El modelo lineal **produjo el mejor ajuste** con retardo de diez **meses**, introduciendo los datos de surgencia de la zona sur **y** los de temperatura de la localidad en el extremo norte.

La segunda serie de resultados se muestra en la tabla 19:

TABLA 19

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series
		Tt	S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2	
0*	2071.	-0.7	0.3	---	-0.3	0.0	0.7	0.8	TM4 S2
0*	376.	-0.7	0.3	0.0	-0.3	---	0.7	0.8	TM4 S2
0*	956.	-0.7	0.5	0.2	-0.2	---	0.9	0.7	TM5 S2
4	127.	-0.8	2.0	0.4	-1.2	---	1.1	-0.8	TM3 S2
5*	262.	-3.2	-1.8	-6.9	-3.7	-4.0	---	-3.4	TM1 S1
6*	376.	-0.7	0.7	0.8	---	0.3	0.0	-0.3	TM4 S2
6*	1105.	-0.7	0.7	0.8	0.0	0.3	---	-0.3	TM4 S2
6*	947.	-0.7	0.9	0.7	---	0.5	0.2	-0.2	TM5 S2
10	127.	-0.8	1.1	-0.8	---	2.0	0.4	-1.2	TM3 S2
12	134.	-1.6	---	-1.0	-0.6	1.4	0.6	0.0	TM4 S1
12*	366.	-1.6	-0.1	-1.0	-0.7	1.3	0.6	---	TM4 S1
Ajuste al modelo lineal									
0*	155.	-0.7	0.3	---	-0.3	0.0	0.7	0.8	TM4 S2
0*	160.	-0.7	0.3	0.0	-0.3	---	0.7	0.8	TM4 S2
0*	192.	-0.7	0.5	0.2	-0.2	---	0.9	0.7	TM5 S2
5*	261.	-3.1	-1.7	-6.5	-3.5	-3.8	---	-3.3	TM1 S1
6*	160.	-0.7	0.7	0.8	---	0.3	0.0	-0.3	TM4 S2
6*	106.	-0.7	0.7	0.8	0.0	0.3	---	-0.3	TM4 S2
6*	192.	-0.7	0.9	0.7	---	0.5	0.2	-0.2	TM5 S2
10	134.	-0.5	0.5	-0.4	0.6	0.6	0.5	---	TM4 S2
11	129.	-0.2	0.1	---	0.2	0.8	0.8	-0.2	TM1 S2
11	209.	-0.2	0.1	---	0.2	0.8	0.8	-0.3	TM2 S2
11	200.	-0.2	0.1	---	0.2	0.8	0.8	-0.2	TM3 S2
11	114.	-0.2	0.1	---	0.3	0.7	0.8	-0.1	TM4 S2
12*	273.	-1.6	-0.2	-0.9	-0.7	1.3	0.6	---	TM4 S1
Ajuste al modelo exponencial									

i. Coinciden ocho resultados del total de 16, y en general el mejor ajuste se logra con el modelo lineal.

ii. Los retardos mas frecuentes son cero, seis y 12 meses.

Es oportuno recordar que la mayoría de las variables son las mismas (ver figura 2). Con estos mismos datos se efectuó la tercera serie de pruebas, cuyos

resultados aparecen en la tabla 20:

TABLA 20

Ret.	F	Tt	--Coeficientes beta ponderados--						Series	
			S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2		
0	50.	-0.5	0.2	---	---	0.1	0.7	0.8	TM1	S2
0	56.	-0.6	0.2	---	-0.1	---	0.7	0.8	TM1	S2
0*	55.	-0.5	0.2	-0.1	---	---	0.7	0.9	TM1	S2
0*	675.	-0.7	0.3	---	-0.3	---	0.7	0.8	TM4	S2
5*	80.	-0.3	0.9	0.8	-0.4	0.1	---	---	TM1	S2
5*	51.	-0.3	0.9	0.8	-0.4	0.1	---	---	TM2	S2
6	56.	-0.6	0.7	0.8	---	0.2	---	-0.1	TM1	S2
6*	55.	-0.5	0.7	0.9	---	0.2	-0.1	---	TM1	S2
6*	107.	-0.6	0.8	0.8	-0.1	0.2	---	---	TM1	S2
6*	675.	-0.7	0.7	0.8	---	0.3	---	-0.3	TM4	S2
12*	225.	-1.6	---	-1.0	-0.6	1.4	0.6	---	TM4	S1
Ajuste al modelo lineal										
0*	69.	-0.6	0.2	-0.1	---	---	0.7	0.8	TM1	S2
0	52.	-0.8	0.1	---	-0.3	---	0.8	0.8	TM3	S2
0*	175.	-0.7	0.3	---	-0.3	---	0.7	0.8	TM4	S2
5	50.	-0.3	0.9	0.7	-0.4	---	---	0.0	TM1	S2
5*	78.	-0.3	0.9	0.8	-0.4	0.1	---	---	TM1	S2
5	75.	-0.4	1.0	0.7	-0.5	---	---	-0.1	TM2	S2
5*	55.	-0.3	1.0	0.8	-0.5	0.1	---	---	TM2	S2
5	65.	-0.4	0.9	0.7	-0.4	---	---	-0.1	TM3	S2
6*	69.	-0.6	0.7	0.8	---	0.2	-0.1	---	TM1	S2
6*	86.	-0.6	0.8	0.8	-0.2	0.2	---	---	TM1	S2
6	52.	-0.8	0.8	0.8	---	0.1	---	-0.3	TM3	S2
6*	175.	-0.7	0.7	0.8	---	0.3	---	-0.3	TM4	S2
9	50.	-0.4	---	-0.2	0.7	0.1	0.5	---	TM1	S2
11	59.	---	0.1	0.1	0.4	0.6	0.9	---	TM1	S2
11	113.	-0.2	---	---	0.1	0.7	0.8	-0.3	TM1	S2
11	50.	-0.3	---	0.0	---	0.9	0.7	-0.4	TM1	S2
11	92.	-0.2	---	---	0.2	0.8	0.8	-0.3	TM2	S2
11	75.	-0.4	---	-0.1	---	1.0	0.7	-0.5	TM2	S2
11	67.	-0.2	---	---	0.2	0.8	0.8	-0.2	TM3	S2
11	65.	-0.4	---	-0.1	---	0.9	0.7	-0.4	TM3	S2
11	62.	-0.2	---	---	0.2	0.7	0.8	-0.2	TM4	S2
11	65.	-0.1	0.1	---	0.4	0.6	0.8	---	TM4	S2
11	53.	-0.1	0.2	---	0.4	0.6	0.8	---	TM5	S2
12*	87.	-1.6	---	-1.0	-0.6	1.4	0.6	---	TM4	S1
Ajuste al modelo exponencial										

De esta es conveniente recalcar lo siguiente:

- i. El numero de resultados obtenidos con el modelo lineal es menor **que** los del modelo exponencial, sin embargo el **ajuste es mejor** con el primero.
- ii. Se observa coincidencia en ocho resultados.
- iii. Los **periodos** de retardo mas frecuentes del modelo **lineal** son cero y seis, y con el modelo exponencial son cinco, seis y 11.

Por ultimo se **efectuo** la cuarta serie de ensayos y los resultados se eligieron en **funcion** de el valor del **estadistico F**, a un nivel de confianza del 95 porciento.

TABLA 21

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series	
		Tt	S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2		
0*	67.	-0.5	0.2	---	---	---	0.7	0.8	TM1	S2
0*	29.	-0.8	---	---	-0.3	---	0.8	0.7	TM3	S2
0	30.	-0.5	0.3	---	---	---	0.7	0.9	TM4	S2
0*	32.	-0.5	0.4	---	---	---	0.7	0.9	TM5	S2
5*	52.	-0.3	0.9	0.8	-0.4	---	---	---	TM1	S2
5*	46.	-0.3	0.9	0.8	-0.4	---	---	---	TM2	S2
5*	38.	-0.3	0.9	0.8	-0.4	---	---	---	TM3	S2
6*	67.	-0.5	0.7	0.8	---	0.2	---	---	TM1	S2
6*	29.	-0.8	0.8	0.7	---	---	---	-0.3	TM3	S2
6	30.	-0.5	0.7	0.9	---	0.3	---	---	TM4	S2
6*	32.	-0.5	0.7	0.9	---	0.4	---	---	TM5	S2
9	32.	---	-0.3	---	0.7	---	0.7	0.1	1-5	S2
9	29.	---	-0.3	0.0	0.6	---	0.7	---	1-5	S2
9	31.	-0.2	---	---	0.6	0.2	0.6	---	TM1	S2
9*	40.	-0.4	---	-0.2	0.8	---	0.5	---	TM1	S2
9*	39.	-0.2	-0.2	---	0.6	---	0.6	---	TM1	S2
9	31.	-0.1	-0.3	---	0.6	---	0.7	---	TM2	S2
9	29.	0.0	-0.3	---	0.6	---	0.7	---	TM3	S2
9	30.	-0.1	-0.3	---	0.6	---	0.7	---	TM4	S2
11*	32.	---	---	0.1	0.3	0.6	0.9	---	1-5	S2
11*	38.	---	0.2	---	0.4	0.6	0.8	---	1-5	S2
11*	52.	-0.3	---	---	---	0.9	0.8	-0.4	TM1	S2
11*	31.	-0.1	---	---	0.3	0.6	0.8	---	TM1	S2
11*	46.	-0.3	---	---	---	0.9	0.8	-0.4	TM2	S2
11*	38.	-0.3	---	---	---	0.9	0.8	-0.4	TM3	S2
11*	33.	-0.1	---	---	0.3	0.6	0.8	---	TM4	S2
12*	34.	-0.5	---	---	0.2	0.7	0.7	---	TM1	S2
12	29.	-0.8	---	-0.3	---	0.8	0.7	---	TM3	S2

Ajuste al modelo lineal

(Continua en la siguiente pagina)

TABLA 21  
(continua de la pagina anterior)

Ret.	F	--Coeficientes beta ponderados--							Series
		Tt	S1 t	S1 t-1	S1 t-2	S2 t	S2 t-1	S2 t-2	
0	40.	-0.6	---	-0.2	---	---	0.6	0.8	TM1 S2
0*	53.	-0.5	0.2	---	---	---	0.7	0.8	TM1 S2
0*	47.	-0.8	---	---	-0.3	---	0.8	0.7	TM3 S2
0*	36.	-0.6	0.4	---	---	---	0.8	0.8	TM5 S2
5*	74.	-0.3	0.9	0.7	-0.4	---	---	---	TM1 S2
5*	65.	-0.3	0.9	0.7	-0.5	---	---	---	TM2 S2
5*	51.	-0.3	0.9	0.8	-0.4	---	---	---	TM3 S2
6	40.	-0.6	0.6	0.8	---	---	-0.2	---	TM1 S2
6*	53.	-0.5	0.7	0.8	---	0.2	---	---	TM1 S2
6	35.	-0.7	0.8	0.7	-0.2	---	---	---	TM1 S2
6*	47.	-0.8	0.8	0.7	---	---	---	-0.3	TM3 S2
6*	36.	-0.6	0.8	0.8	---	0.4	---	---	TM5 S2
9*	58.	-0.4	---	-0.2	0.8	---	0.5	---	TM1 S2
9*	33.	-0.2	-0.2	---	0.7	---	0.6	---	TM1 S2
9	38.	-0.4	---	-0.3	0.8	---	0.5	---	TM4 S2
11	37.	---	---	---	0.3	0.7	0.9	-0.1	1-5 S2
11*	49.	---	---	0.1	0.4	0.6	0.9	---	1-5 S2
11*	49.	---	0.1	---	0.4	0.6	0.8	---	1-5 S2
11*	74.	-0.3	---	---	---	0.9	0.7	-0.4	TM1 S2
11*	46.	-0.1	---	---	0.3	0.6	0.8	---	TM1 S2
11*	65.	-0.3	---	---	---	0.9	0.7	-0.5	TM2 S2
11	40.	-0.1	---	---	0.3	0.6	0.8	---	TM2 S2
11*	51.	-0.3	---	---	---	0.9	0.8	-0.4	TM3 S2
11	41.	-0.1	---	---	0.3	0.6	0.8	---	TM3 S2
11*	54.	-0.1	---	---	0.3	0.6	0.8	---	TM4 S2
11	42.	-0.1	---	---	0.3	0.6	0.8	---	TM5 S2
12	35.	-0.7	---	---	---	0.8	0.7	-0.2	TM1 S2
12*	59.	-0.5	---	---	0.2	0.7	0.8	---	TM1 S2
12	40.	-0.6	-0.2	---	---	0.6	0.8	---	TM1 S2
12	35.	-0.5	---	---	0.2	0.7	0.8	---	TM2 S2
12	31.	-0.5	---	---	0.2	0.7	0.8	---	TM3 S2
12	47.	-0.8	---	-0.3	---	0.8	0.7	---	TM3 S2
12	32.	-0.4	---	---	0.3	0.6	0.8	---	TM4 S2

Ajuste al modelo exponencial

En general los resultados presentan cierta semejanza con los obtenidos anteriormente, en particular es notable:

- i. Que las surgencias de la localidad norte, aparentemente producen el total de lqs resultados.
- ii. Los retardos mas frecuentes son de 11 meses.
- iii. De el total, 19 resultados coincide.
- iv. Por otro lado los retardos de **cero**, seis y 12 meses y los de cinco y 11 incorporan en su **mayoria** los mismos valores, segun lo anteriormente mencionado.

Con el proposito de encontrar evidencias de la influencia de los procesos de surgencias en la supervivencia de larvas y la deriva **larvaria**, se **efectuo** una prueba de **correlacion** entre los datos de abundancia de larvas de sardina y anchoveta en el sur de **Baja** California y promedios mensuales de indices de surgencia para esta misma **region**, las **colectas** fueron hechas por **CalCOFI** (**Alstrom**, op. cit. ) entre 1951 y 1960 los indices de surgencia corresponden al mismo periodo y fueron estimados por **Bakun** (1973), los resultados se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 22

C. Corr.	C. Det.	R. V.	Series corr.
-. 9437	. 8905	-7. 54 **	Larv. Sard. -Surg. nort.
-. 7398	. 5474	-3.00 *	Larv. Sard. -Surg. sur.
-. 5125	12626	-1. 58	Larv. Anch. -Surg. nort.
-. 3009	. 0906	-0. 83	Larv. Anch. -Surg. sur.

**Asi** mismo se prepararon las figuras 22a y 22b donde es posible **comparar** las anomalies mensuales de abundancia **larvaria** y **surgencias**, en el presente caso la abundancia de larvas de sardina y las surgencias **estan** inversamente relacionadas, y en las figuras se observa que la **intensificacion** de las **surgencias** corresponde con la **reduccion** de la abundancia de larvas, y en el caso de las larvas de anchoveta esto es menos conspicuo.

## 6 DISCUSION Y CONCLUSIONES

Para el inicio de esta parte, es necesario definir claramente los conceptos de abundancia y disponibilidad, segun Murphy (1961), abundancia se define como la magnitud absoluta de la **poblacion** o de alguna parte de la **poblacion**, y disponibilidad se refiere a la magnitud accesible a la flota.

Como se **podra** observar, tanto las **estadisticas** de captura como las estimaciones de abundancia relativa de sardina en bahia Magdalena, revelan la existencia de variaciones interanuales de la disponibilidad de las especies explotadas, principalmente de Sardinops s. caerulea, a traves de los nueve anos analizados la abundancia fue maxima en 1973, en este ano se presenta el periodo mas frio en las aguas costeras, por otra parte, la abundancia fue **minima** entre 1976 y 1978, coincidiendo con un periodo **calido** y de surgencias fuertes en 1976 y 77. Correspondiendo con lo anterior, los resultados del  **analisis estadistico** muestran, una **relacion inversa** entre la temperatura y disponibilidad. Otros estudios mencionan que los anos frios se asocian con **reclutamientos bajos**, inversamente los **calidos** con reclutamientos altos (ver Clark y Marr, 1955; Reid, et. al. 1958). Otro estudio muestra una **relación** directa entre temperatura y **abundancia** (Marr, 1960), es conveniente tomar en

**consideracion**, que los datos de temperatura usados por este autor, **corresponden a una latitud proxima a los 33 grados norte**, registrandose en el muelle de la **Institucion Scripps de Oceanografia**, **por lo que se pueden considerar como observaciones puntuales**. En el caso del presente **trabajo**, los datos de temperatura son promedios mensuales de mediana escala (**area de un cuadrado de 100 km . de lado**), la diferencia en cuanto a escala es clara, **pero esto implica promediar las diferentes zonas de la compleja estructura termica superficial**, de modo de evitar el efecto de condiciones muy locales o microambientales que pudieran introducir "ruido" en la **informacion**.

La temperatura tiene un efecto directo sobre la actividad **metabolica** en general, el tiempo de **eclosion** de las larvas se reduce con el incremento de temperatura (**Ahlstrom, 1954**), y la velocidad de crecimiento de las larvas se incrementa con la temperatura, **asi mismo la velocidad de natacion en peces pequenos se reduce a temperaturas bajas**, lo cual los pone en **desventaja** con los predadores de aguas **frias** (**Brett, et. al. 1958**). Por otra parte, las zonas de **reproduccion** de sardinas y anchovetas parece estar restringida a ciertas masas de agua, en un estudio de **Lasker, et. al. (1981)**, usando **imagenes infrarojas** de la temperatura superficial y datos de colecta de huevos de **anchoveta**, muestra que estos peces parecen seleccionar las zonas de desove, fuera de las plumas de agua fria de las aguas **recien** emergidas. Otro efecto probable de la temperatura es **senalado por Murray, et. al. (1983)**, especificamente **sobre el tiempo de la migracion reproductiva en la macarela del atlantico**.

Los resultados de las pruebas de correlacion entre los indices de abundancia de sardina y los de surgencia (figuras 18a y 18b), revelan efectos de retardo de hasta tres años, tanto positivos como negativos, los positivos se asocian con las surgencias de otoño e invierno, y los negativos con las de primavera y verano. Los resultados del analisis de correlacion multiple con los datos de sardina monterrey, mostraron correlacion negativa con las surgencias de mayo a octubre de un año antes ( $t-1$ ), y positiva con los de noviembre ( $t-1$ ) a abril del año  $t$ , de igual modo que con las surgencias de primavera y verano del año  $t-2$ .

Para interpretar los resultados obtenidos, es necesario considerar algunos aspectos relativos a los procesos de surgencia: En primer lugar, la productividad primaria, se incrementa por el transporte vertical de agua rica en nutrientes (Sverdrup et. al. 1942), para dar una idea de la magnitud de efecto de estos procesos Ryther (1971), estimo que el 50 porciento de la captura mundial de peces se obtiene de las zonas costeras donde ocurren las surgencias, y cuya area representa apenas el 0.1 porciento de la superficie de los oceanos. La variacion estacional de las surgencias determina a su vez la variacion de la productividad primaria, a esto Cushing (1975) denomino ciclo de produccion, este fenomeno es mas evidente en latitudes medias, entre los ciclos de surgencias y productividad existe un retardo que depende de la latitud (Cushing, op. cit. ). En segundo termino, el efecto negativo de las surgencias sobre la abundancia de peces, probablemente se relaciona con la mortalidad de

larvas por efecto del transporte y la mezcla turbulenta. El llamado "periodo critico" (Hjort, 1914), ocurre durante las primeras etapas de desarrollo, determinando la magnitud de la clase anual al incrementar la tasa de mortalidad larvaria, la identificación de los factores responsables de la mortalidad han sido mencionados en el punto 3. 2.3.

Una prueba de correlacion final, con datos de abundancia de larvas de sardina y surgencias, revelo una relacion inversa y significativa, particularmente con los datos de surgencia de la zona norte, en el caso de la anchoveta la correlacion fue tambien negativa, pero no significativa (tabla 22).

De acuerdo con lo anterior, es factible suponer que los efectos retardados positivos de las surgencias invernales sobre la abundancia de sardina, son debidos al incremento de la disponibilidad del alimento para la poblacion adulta, y los efectos negativos se deben al efecto de las surgencias sobre la mortalidad de larvas, lo cual disminuye proporcionalmente el tamaño de la clase anual al tiempo de reclutamiento.

En los resultados de la tabla 4, se muestra una correlacion inversa entre la temperatura superficial y las surgencias, esto era de esperarse, ya que las aguas emergidas generalmente son relativamente mas frias, no obstante, el coeficiente de correlacion es bajo ( $r = -0.3378$ ), esto es atribuible a que los datos de

temperatura superficial son estimaciones de mediana escala (segun lo indicado en el punto 4. 1.3), esto implica promediar los datos de temperatura de una estructura **termica** superficial **compleja** (figura 24), resultante de la confluencia de diferentes masas de agua segun lo indicado en el punto 3. 2.4, **asi** como de los procesos de surgencia y mezcla.

Otro aspecto a considerar acerca de las **surgencias**, es su variabilidad en corto plazo, simplemente para dar una idea de esta se presenta la figura 24, que corresponde a estimaciones diarias de **indices** de **surgencia**, dicha figura **asi** como otras, fueron preparadas por Bakun (1973, 1975), lo relevante de estos procesos es la gran variabilidad a lo largo del **ano**, presentandose lo que se **podria** denominar "**pulsos de surgencia**", **es posible que** dichas variaciones de corto plazo tengan un efecto importante sobre la actividad reproductora de los cardumenes de sardina' lo cual aparentemente no se ha estudiado.

**En general, se ha discutido el efecto de los factores ambientales sobre la abundancia local**, es necesario aclarar que esto **implica en realidad dos conceptos**, por una parte, **la variacion del numero de individuos y por otra**, el cambio de distribucion **por efecto de movimientos migratorios u otras causas**, con respecto a esto ultimo, Radovich (1952) sugiere que los cambios en la distribucion de sardina, se relacionan con la **variacion** latitudinal de la temperatura. Para **evitar**<sup>1</sup> Estos conceptos fueron discutidos por Marr

<sup>Laio</sup>  
 (1960), introduciendo el termino "abundancia aparente", el cual implica el efecto combinado de la **variacion** de abundancia y disponibilidad.

En un intento de organizar los resultados de la presente y de otras investigaciones, **asi** como para puntualizar las conclusiones en **general**, se elaboro un modelo conceptual el cual se representa en la figura 23, involucrando los diferentes factores ambientales y de la **poblacion**, en general se representan cuatro **areas**: 1) la zona norte, 2) la zona central, adyacente a la bahia Magdalena, 3) la zona **sur**, y 4) la zona interior de la Bahia. Las flechas indican la **direccion** del **flujo** y su **numero** el tipo de proceso regulador, lo que se explica **a continuacion**:

1. Representa la mortalidad **por pesca**, que es importante debido a lo reducido del **area**. El efecto de la pesca intensa, en el interior, debe compensarse con la entrada de cardumenes de las aguas costeras adyacentes.

2. Representa la mortalidad natural de Juveniles y adultos, esto depende de la abundancia de predadores y parasitos. En este aspecto se deberan considerar los efectos dependientes de la densidad, otro factor importante es la calidad y cantidad del alimento.

3 y 4. Indica los factores reguladores de los movimientos migratorios. **Asi por ejemplo**, la entrada de cardumenes a la bahia dependera de la abundancia en el exterior y su permanencia depende) a su **vez**, de la presencia de alimento, los movimientos migratorios entre las **areas** dependen mayormente de los factores mencionados con

anterioridad, y ademas de que la **distribucion** latitudinal de la temperatura, lo cual tiene que ver con la **situacion** de los frentes formados por las masas de agua.

5. El reclutamiento depende principalmente de las condiciones ambientales, segun lo mencionado con anterioridad, **asi** mismo, depende de la mortalidad de Juveniles (7).

6. El numero de huevos y larvas dependera **a** su vez de la abundancia de los reproductores, pero es conveniente recordar que la deriva de larvas y la **mezcla** turbulenta determina principalmente la supervivencia, ademas se debe considerar el efecto de la **predacion**, por ciertos organismos del zooplancton.

7. La mortalidad esta asociada **reciprocamente** a los mismos factores que determinan la supervivencia de larvas y de Juveniles.

## 6.1 Conclusiones

Con el **objeto** de complementar esta parte se considero conveniente resumir las conclusiones y consideraciones finales.

i. La temperatura ambiental registrada en las estaciones **meteorologicas** de bahia Tortugas y San Jose de Gracia, esta asociada en general con la temperatura superficial del **mar**, con ciertas precauciones pueden usarse como indicadores de esta.

ii. La temperatura superficial del mar estimada a mediana escala, aparentemente es un **indice** ambiental adecuado para este tipo de analisis.

iii. Las estimaciones de los **indices** de surgencia parecen ser indicadores confiables de **tales** procesos. Pero es conveniente verificar estas estimaciones con observaciones directas, por otra parte debe considerarse la **observacion** hecha por Bakun (**com. pers.** ), segun lo mencionado en el punto 4. 1.4. Posiblemente una de las mayores **ventajas** de esta **informacion**, es sin duda la frecuencia de las estimaciones, proporcionando un alto grado de detalle y **precision**.

iv. La temperatura superficial del **oceano** es un indicador ambiental relevante, sin embargo es recomendable complementar

esta **informacion**, con datos sobre la estructura **termica** y la **situacion** de frentes entre masas de agua.

v. La **intensificacion** de las surgencias en el verano tiene efectos negativos sobre la abundancia "aparente" manifestandose hasta con tres años de retardo. Segun lo mencionado, el incremento de la tasa de mortalidad se relaciona con el efecto de mezcla y transporte turbulento.

vi. La **intensificacion** de las surgencias invernales, produce un incremento en la abundancia, lo cual parece deberse a la mayor disponibilidad de alimento, y que de acuerdo con los resultados **obtenidos**, este efecto es relativamente el mas importante.

## 6.2 Consideraciones finales.

En **relacion** al cuarto **objetivo** planteado en el punto 3.1 en la **introduccion**, acerca de obtener modelos **empiricos** para pronostico, es necesario hacer notar, que con algunas de las ecuaciones **obtenidas**, se explica estadisticamente un **alto porcentaje** de la variabilidad observada, obviamente esto no implica, que los factores analizados sean los responsables de la **variacion** en la abundancia de sardina, ya que solo revelan cambios de mediana y gran escala en el **ocean**o, que de alguna **forma** influyen en la **compleja dinamica** de las comunidades

nativas, y que si se caracterizan por algo, es precisamente por su variabilidad. Es decir, **unicamente** se observa una respuesta, desconociendo en parte la dinámica interna, es evidente la utilidad práctica de este **metodo**, como lo son también sus restricciones, no obstante, los modelos **empiricos** son **suceptibles** de **mejorarse** en **funcion** de la experiencia práctica y científica.

## 7 BIBLIOGRAFIA CITADA

- Ahlstrom, E. H. 1954. Distribution and abundance of eggs and --  
larvae populations of the Pacific sardine.  
U.S. Fish and Wildlife Serv.  
Fish. Bull. 93: 83-140.
- Ahlstrom, E H. 1959. Distribution and abundance of eggs of - -  
Pacific sardine, 1952-1956.  
U.S. Fish and Wildlife Serv.  
Fish. Bull. 165, 60: 185-213.
- Ahlstrom, E H. 1965. A review of the effects of the environment  
of the Pacific Sardine.  
Inter. Comm. Northwest Atlantic Fisheries.  
Spec. Publ. N- 6. 53-73.
- Bakun, A. 1973. Coastal upwelling indices, west coast of North  
America, 1946-71. U. S. Dep. Commer. , NOAA Tech.  
Rep. NMFS SSRF-671, 103 p.
- Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwelling indices, West Coast -  
of North America, 1967-73.  
U. S. Dep. Commer. , NOAA Tech. Rep.  
NMFS SSRF-693, 114 p.
- Bakun, A. and R. H. Parrish. 1980. Environmental inputs to fishery  
Population models for eastern boundary current -  
regions. In G.D. Sharp (ed), Workshop on the -  
effects of environmental variation on the survival  
of larval pelagic fishes, Lima, Peru, 20 April- 5  
May 1980. IOC Workshop Rep. 28, UNESCO, Paris, -  
p 67-104.
- Briggs, J. C. 1974. Marine Zoogeography.  
McGraw-Hill Book Co. , pp. xi, 475.
- Brett, J. R. , M. Hollands, and D.F. Ahlderdice, 1958.  
The effect of temperature on the cruising speed of  
young sockeye and coho salmon.  
J. Fish. Res. Bd. Canada, 15(4): 587-605.
- Casas, V. M. 1983 Distribucion en tiempo y espacio de las especies  
de sardina y macarela en Bahia Magdalena, B. C. S.  
Tesis de Maestria en Ciencias. Seccion de Graduados'  
CIC IMAR, IPN, La Paz, B. C. S. , 160 p.

- Clark, F. N. 1947. **Analysis** of populations of the Pacific sardine -  
on the basis of vertebral counts.  
Fish. **Bulletin**, Calif. Div. Fish **Game**, No. 54.
- Clark, F. N. and J. F. Janssen. 1945. Movements and abundance of -  
the sardine as measured by tag returns.  
Calif. Dep. Fish and Carne. Fish. **Bull.** (61):7-42.
- Clark, F. N. , and J. C. Marr. 1955. Population dynamics of the --  
Pacific sardine.  
**Part.** II of Calif. Coop. **Ocea.** Fish. Invest. ---  
Progress Reporta 1 July 1953 to 31 **March** 1955,: - \  
11-48.
- Cushing, D. H. 1975. Marine Ecology and Fisheries.  
Cambridge Univ. **Press.**:278 p.
- Davies, R.G. 1971. Computer programming in quantitative Biology -  
**Academic** Press. London: 492.
- Depto. de Pesca, 1980. Anuario **Estadistico** de Pesca.  
Departamento de Pesca.: 800 p.
- Garcia, E. y P. Mosino. 1968. Los climas de **Baja** California. --  
In: **Comite Nal.** Mexicano para el decenio ---  
**Hidrologico** Internacional.  
**Mem.** 1966-1967. Mex. D. F., 29-54.
- Hernandez, V. S. 1983. **Analisis** y normalizacion del esfuerzo --  
pesquero de la flota sardinera de Bahia Magdalena  
B. C. S. Mex. (1972-1981).  
Tesis de **Maestria** en Ciencias. **Seccion** de ---  
Graduados. **CICIMAR, IPN, La Paz B. C. S.**, 142 p.
- Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern  
Europe viewed in the light of biological research.  
**Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer,**  
20: 1 -128.
- Hubbs, C. L. 1960. The marine vertebrates of the outer coast.  
In: Symposium: The biogeography of **Baja** California  
and **adjacents** seas--**Part.** II. Marine Biotas.  
**Syst. Zool.**, 9(384):134-147.
- Lasker, R 1964. An experimental study of the effect of --  
temperature on the **incubation** time, development  
and growth of Pacific Sardine embryos and ---  
**larvae. Copeia, 1964(\*)**: 399-405.

- Lasker, R 1975. Field **criteria** for survival of anchovy **larvae**: the relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding.  
Fish. Bull., 73(3): 453-462.
- Lasker, R 1978. The relation between oceanographic conditions and larval anchovy food in the California Current: - identification of **factors** leading to recruitment - failure .  
Rapp. P. -v. Reun. Cons. int. Explor. Mer., 173:212-230.
- Lasker, R., H.M. Feder, G. H. Theilacker, and R.C. Mey 1970. Feeding, growth and survival of Enaraulis mordax larvae reared in the laboratory.  
Mar. Biol. (Berlin) 5: 345-353.
- Lasker, R., J. Pelaez and R.M. Laurs. 1981. The use of satellite infrared imagery for describing **ocean processes** in relation to spawning of North anchovy. ---  
Remote Sensing of Environment II: 439-453. ---
- MacCall, A. D. 1979. Population estimates for the waning years - of the **Pacific** sardine fishery.  
Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rept., 20: 72-82.
- Mais, K. F. 1972. A subpopulation study of the **Pacific** Sardine.  
Calif. Fish and Game, 58(4): 296-314.
- Margalef, R. 1960. Fluctuations in abundance and availability - caused by biotic factors.  
Proceedings of the World Scientific Meeting on -- the Biology of Sardines and Related Species.  
FAO, Rome: 1327-1352.
- Marr, J. C. 1960. The causes of **major** variations in the catch of the **Pacific** sardine .  
Proc. World Scientific Meeting on the Biology and Related Species, 3. 667-791.
- McHugh, J. L. 1950. Variation and population in the clupeoid fishes of the North **Pacific**.  
Doctoral thesis, University of California : 1-116.
- Murray, T., S. Leduc, M. Ingham. 1983. Impact of climatic factors on early life stages of Atlantic mackerel, ---  
Scomber scombrus, L. : An application of --- meteorological data to a fishery problem.  
Journ. Clim. and Applied Meteorology (22): 57-68.

- Murphy, G. I. 1961. Oceanography and variations in the Pacific - sardine populations. Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest. , **Rept.** , 8: 55-64.
- Murphy, G. I. 1966. Population biology of the Pacific Sardine - - (*Sardinops caerulea*) Proc. Calif. Acad. Sci. 4th Ser. , **34**: 1-84.
- Nakai, Z. 1960. Fluctuations in abundance and availability of -- sardine populations caused by abiotic factors. Proceedings of the World Scientific Meeting on - Biology of Sardines and Related Species. FAO. Rome: 1327-1352.
- Parrish, R. H. , and A. D. MacCall. 1978. Climetic variation and - exploitation in the Pacific mackerel fishery. Calif. Dept. Fish **Game**, Fish **Bull.** **167**: 110 p.
- Parrish, R. H. , C. S. Nelson, and A. Bakun. 1981. Transport mechanisms and reproductive succes of - fishes in the California Current. Biol. Oceanogr. **1**(2):175-203.
- Pedrin, O. O. 1972 Normaliracion del esfuerzo pesquero y -- eficiencia relativa de flotas sardineras en Baja California. Mem. IV Congr. **Nal. Ocean.**, Mex: 457-471.
- Pedrin, O. O. , V. A. Sokolov y D. Molina. 1973. Las capturas , - captura por unidad de esfuerzo y esfuerzo de la pesqueria de sardina monterrey en el Golfo de -- California de 1968 a 1972. **Inst. Nal. de Pesca. INP/SI**: i3.
- Pedrin, O. O. y A. A. Ancheita. 1976. Estadisticas basicas de la explotacion de sardina en el noroeste de Mexico. **Ins. Nal. de Pesca. INP/SI**: i79.
- Radovich, J. 1962 Effects of sardine spawning stock size and - environment on year-class production. Calif. Fish and **Game**, **48**(2), 123-140.
- Radovich, J. 1982 The Collapse of the California Sardine Fishery **CalCOFI Rept.** , 23: 56-78.
- Radovich, J. and J. B. Phillips. 1952. Distribution and abundance of young sardines. Calif. Dep. Fish and **Game**, Fish. **Bull.** (87): 1-63.

- Ramirez, G. R. 1958. Aspectos **biologicos y economicos** de la --  
pesqueria de sardina **Sardinops caerulea** --  
(Girard, 1854) en aguas mexicanas del Pacifico.  
Sec. de Marina. Dir. Gral. de Pesca e Ind. Con.  
135.
- Reid, J. L. Jr., G. I. Rodena and J. Wyllie. 1958.  
**Studies of the California Current System** --  
Progress Report.  
Calif. Coop. Ffsh. Invest.: 27-56.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and Interpretation of Biological  
Statistics of Fish Populations.  
Fish. Res. Bd. Can. **Bull.191, 300p.**
- Ryther, J. H. 1969. Photosynthesis and fish production in the --  
sea. **Science, 166: 72-76.**
- Smith, P. E. 1978. Biological effects of ocean variability: --  
Time and Spacescales of Biological Response.  
**Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer., --**  
**173: 117-127.**
- Sokolov, V. y M. Wong. 1973. Informe **cientifico** de las --  
investigaciones sobre **los peces pelagicos del** --  
Golfo de California en 1971.  
Informe **Cientifico** No. 2 INP/SI: i2.
- Soutar, A. and Isaacs, J. D. 1974. Abundance of pelagic fish  
during the 19th and 20th centuries as recorded --  
in anaerobic sediment off the Californias.  
**NOAA, NMFS, Fish. Bull., 72 :257-73.**
- Sverdrup, H. U., M. W. Johnson, and R. H. Fleming. 1942.  
The oceans: their **physics, chemistry and general**  
biology.  
Prentice Hall, Englewood **Cliffs**, 1087 p.
- Tibby, R. B. 1937. The relation between surface **water** --  
temperature and the distribution of spawn of --  
the California sardine.  
Calif. Fish. Carne. **23(2): 132-137.**
- Uda, M. 1952. On the relation between the variation of the --  
important fisheries conditions and the **oceanographic** --  
conditions in the **adjacent** waters of --  
Japan I.  
Journ. Tokio Univ. Fish. **38(3): 363-389.**

- Vrooman, A. M. 1964. Serologically differentiated subpopulations of the Pacific sardine, *Sardinops caerulea*.  
Journ. Fish. Res. Bd. Can., 21: 691-701.
- Walford, L. A. 1946. Correlation between fluctuations in abundance of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*) and salinity of the sea water.  
Journ. Mar. Res., 6(1): 48-53.
- Wolf, R. and A. E. Daugherty. 1964. Age and length composition of the sardine catch off the Pacific Coast of the United States and Mexico in 1961 and 1962.  
Calif. Fish. Game 50(4): 241-252.

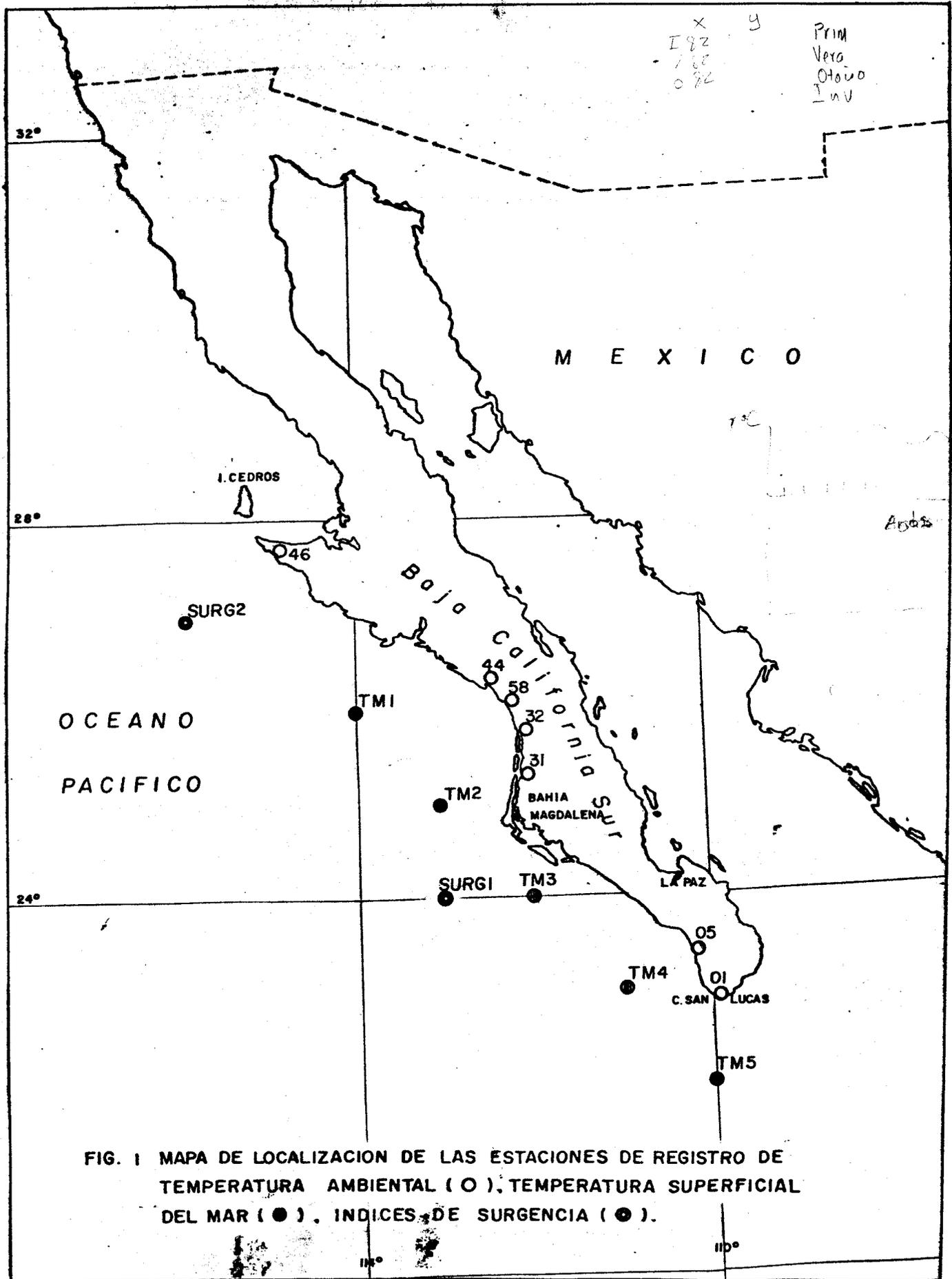


FIG. 1 MAPA DE LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE REGISTRO DE TEMPERATURA AMBIENTAL ( O ), TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR ( ● ), INDICES DE SURGENCIA ( ● ).

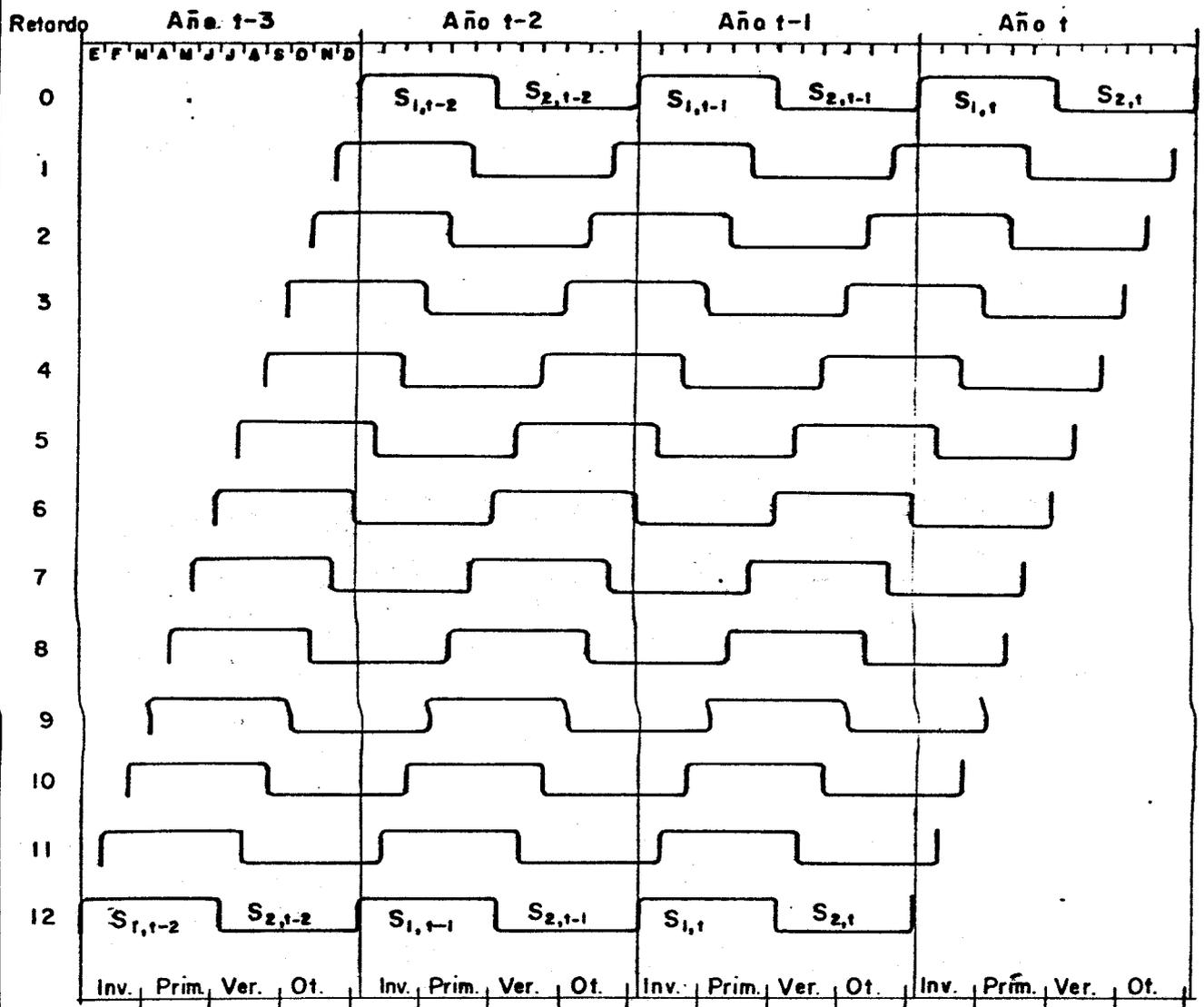


FIG. 2 Representación grafica de la forma en que se estiman las variables correspondientes a los índices de surgencia, lo cual se hace tomando un periodo de tres años entre  $t$  y  $t-3$ , este se divide en intervalos de seis meses cada uno, los promedios de estos son las variables sometidas al analisis de correlacion, asi mismo este periodo se desplaza mensualmente de 0 a 12 meses como se observa a la izquierda de la figura.

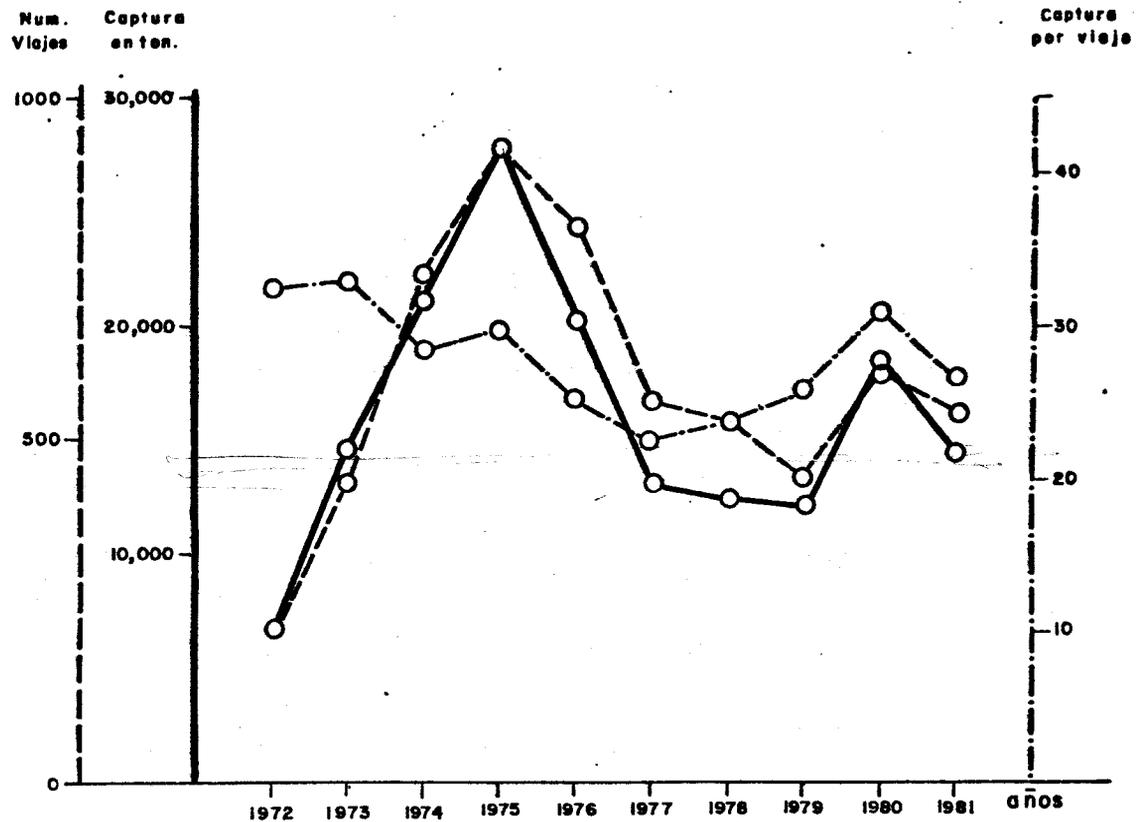


FIG. 3 Variación interanual de la captura, del número de viajes y de la captura por viaje.

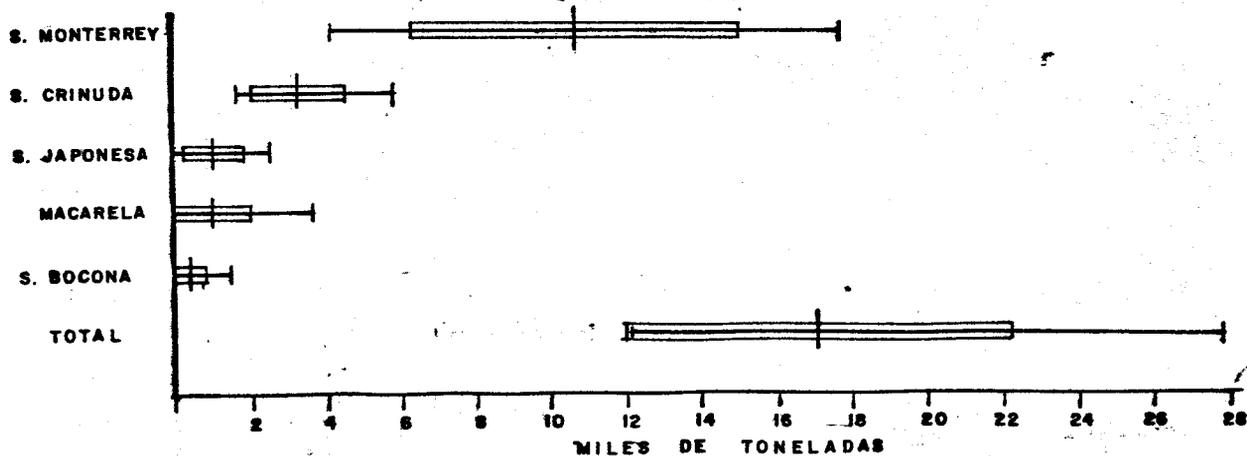


FIG. 4 Intervalos de variación de las especies de la captura comercial de sardina.

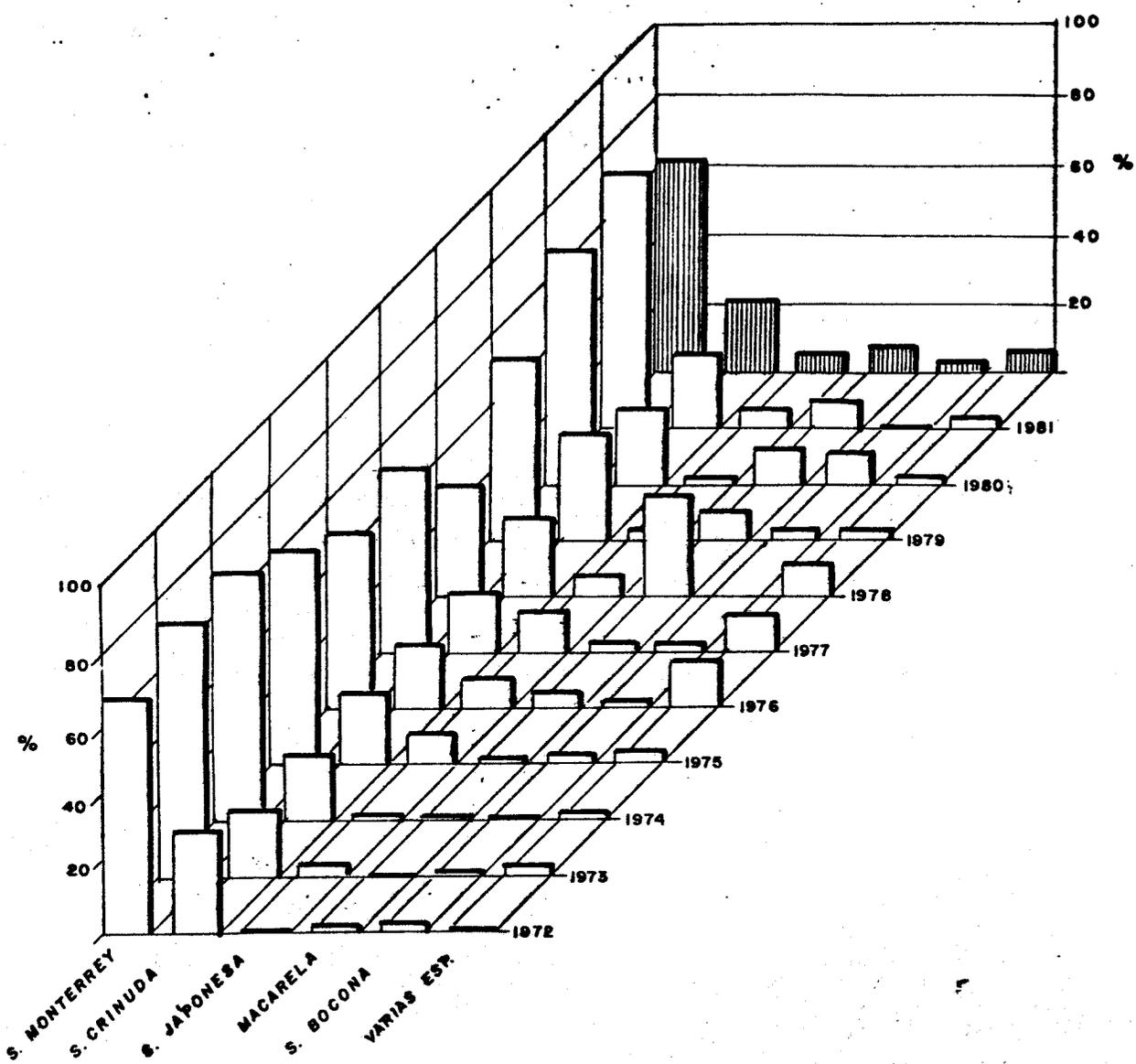


FIG.5 Composición proporcional de las especies

de la captura comercial.

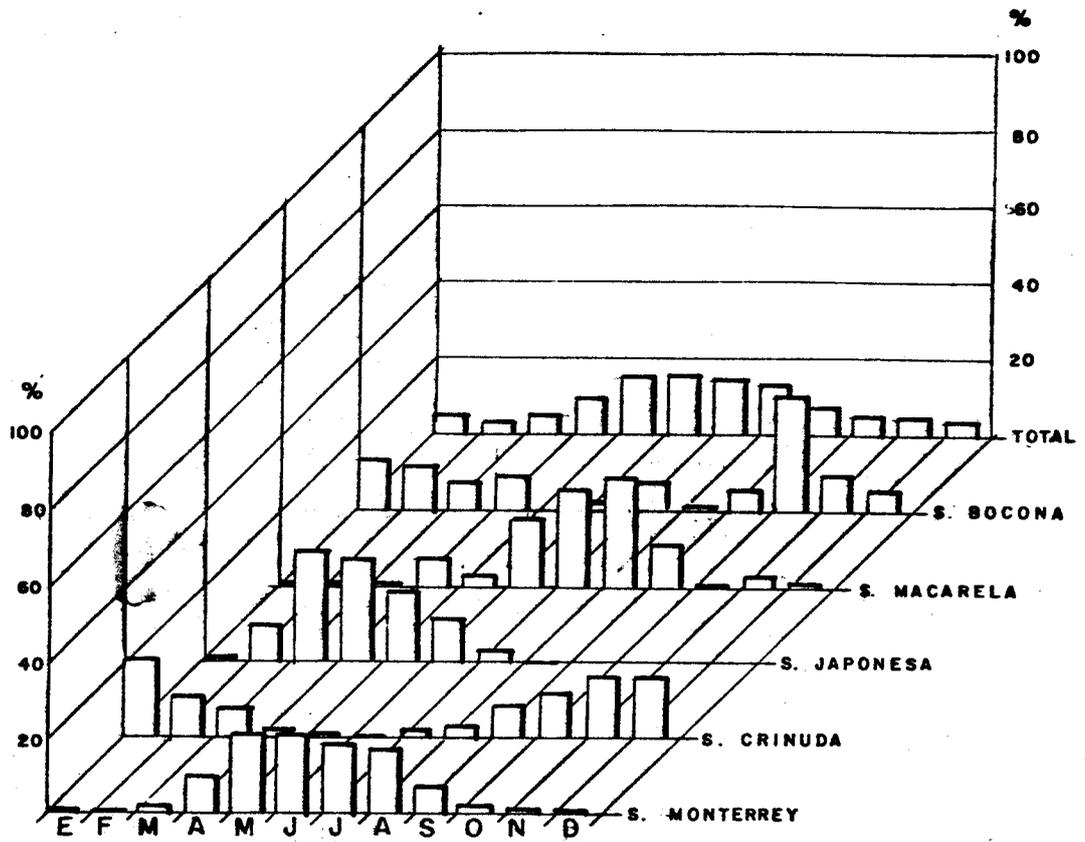


FIG. 6 Variación estacional de las especies en la captura comercial de sardina.

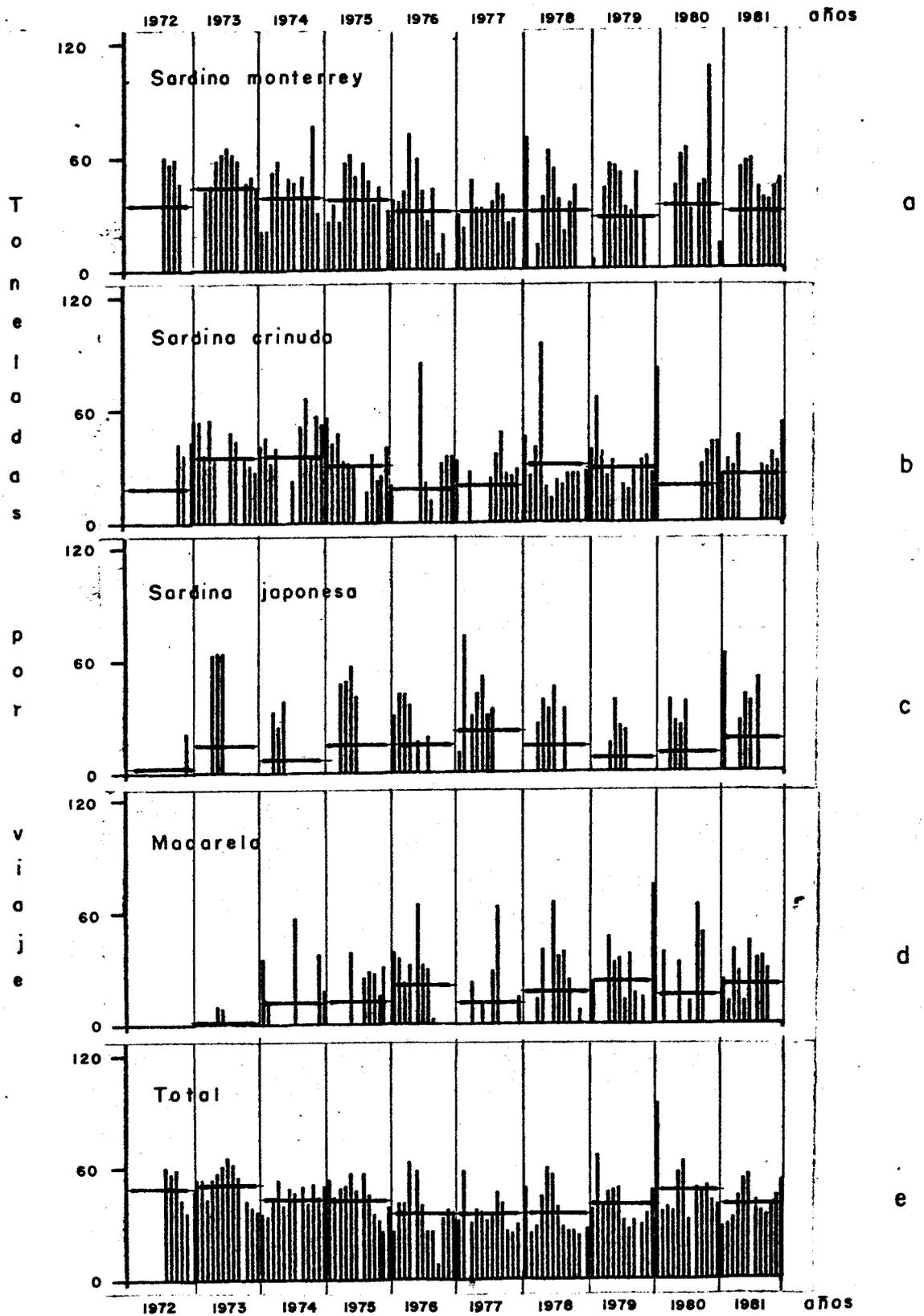


FIG. 7 Promedios mensuales y anuales de la captura por unidad esfuerzo .

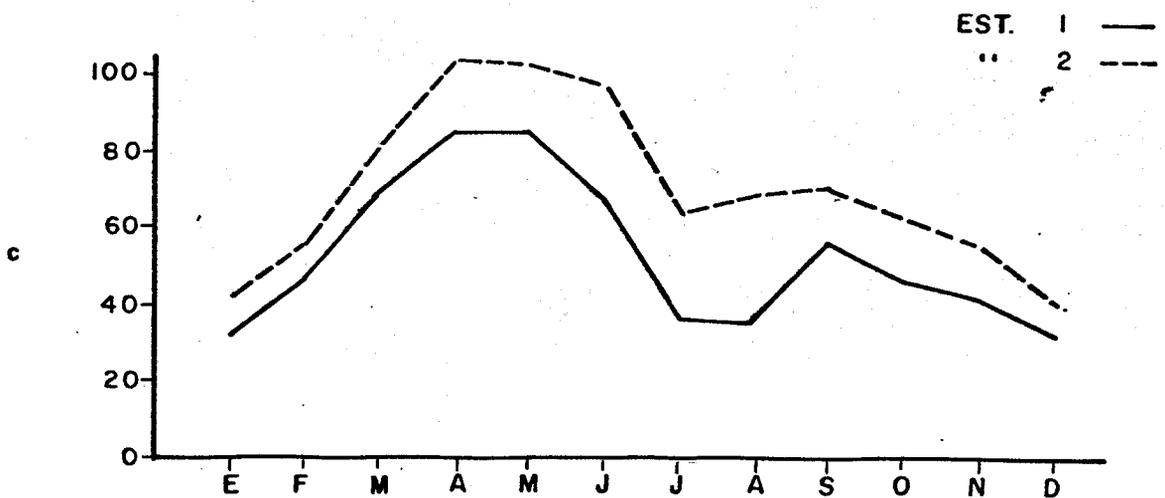
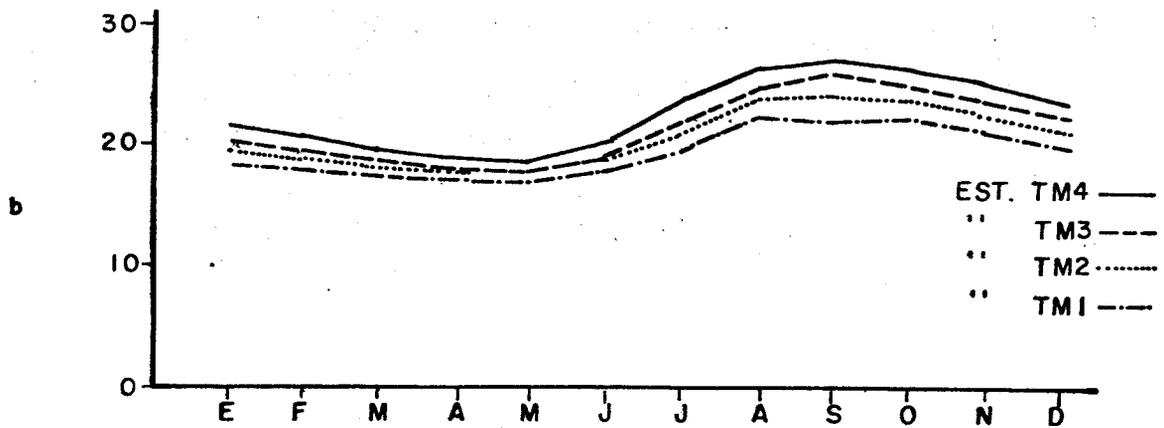
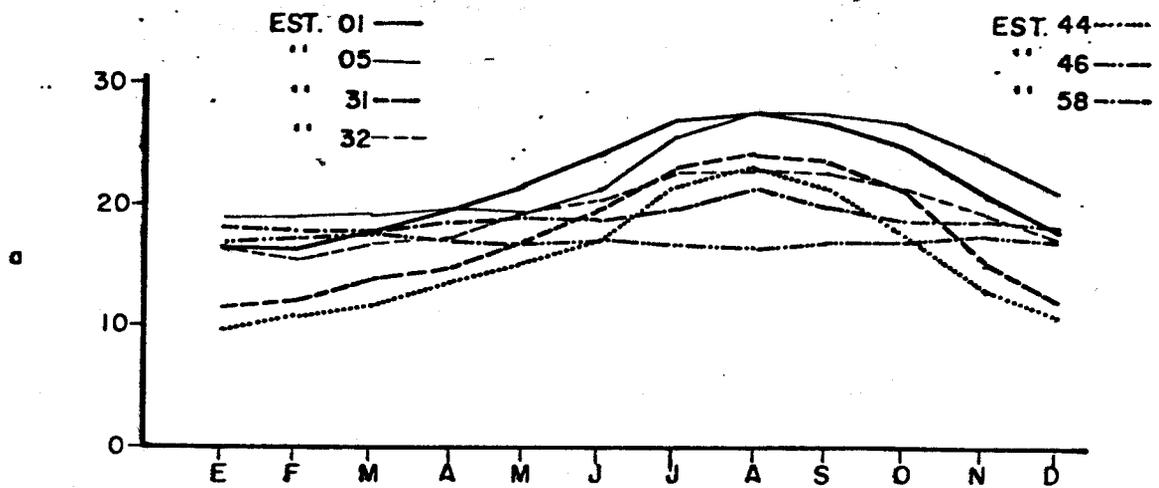


FIG. B Variación estacional de los factores ambientales.

a) Temperatura ambiental. b) Temperatura superficial.

c) Indices de surgencia.

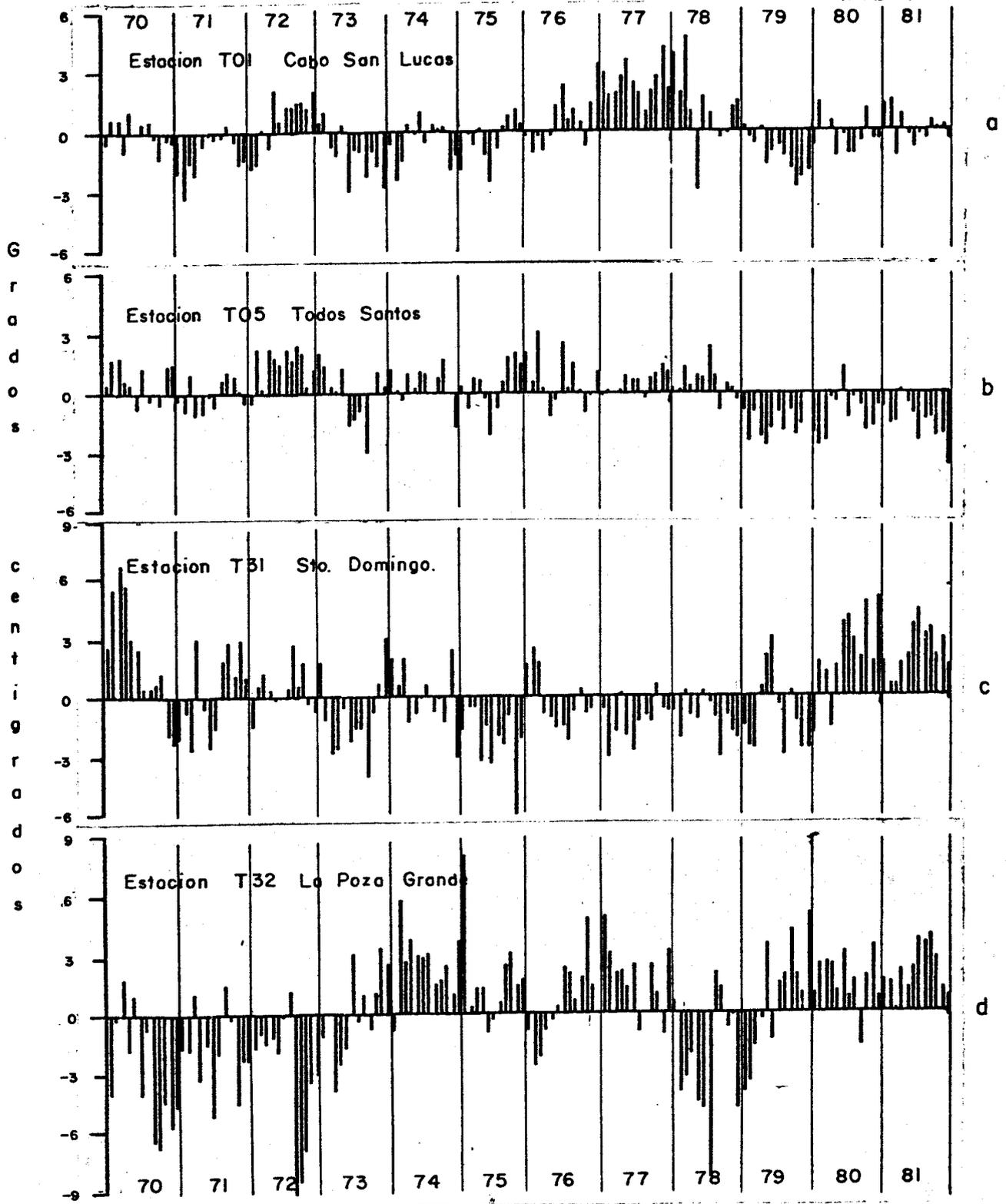


FIG.9

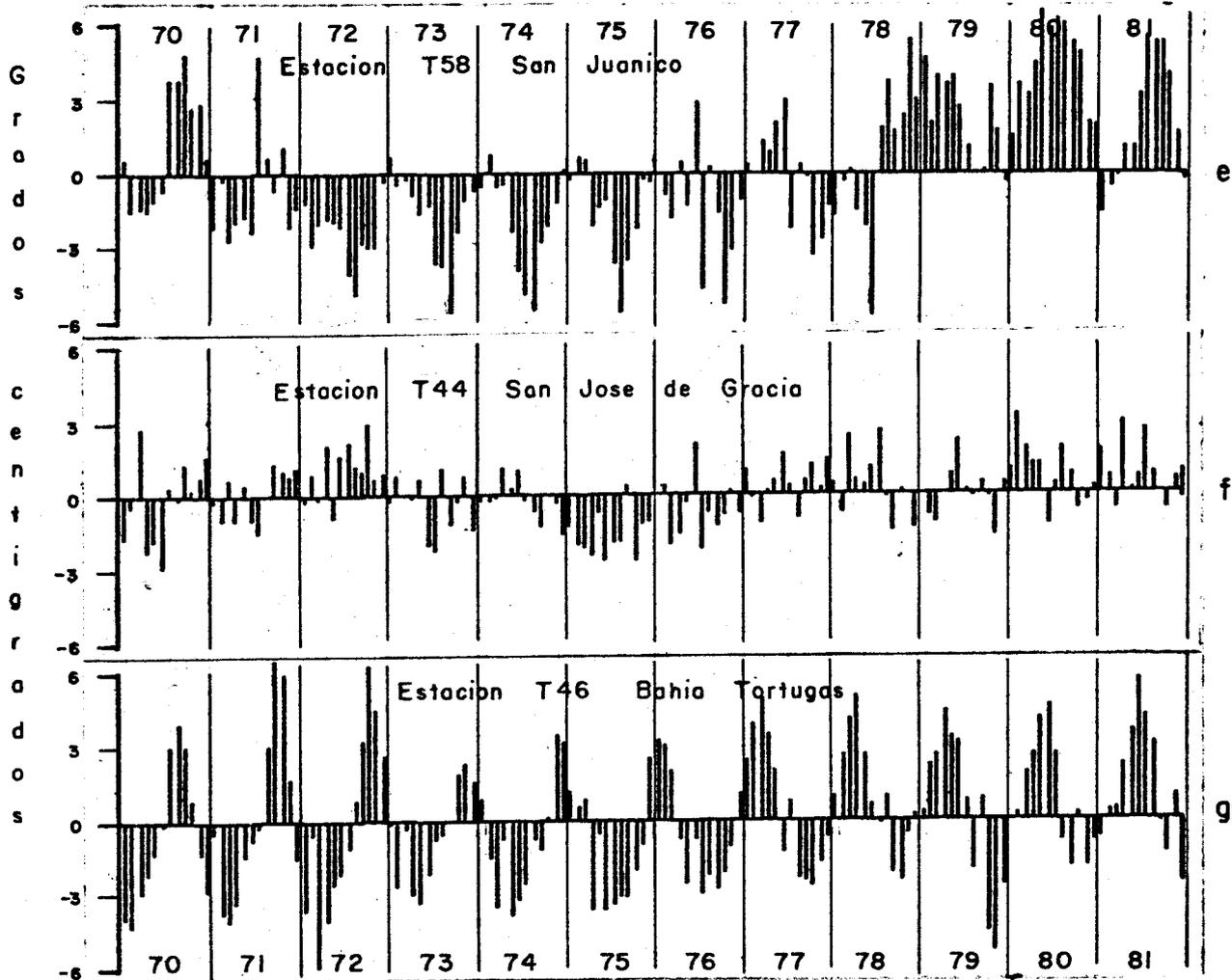


FIG. 9 Anomalios mensuales de temperatura ambiental.

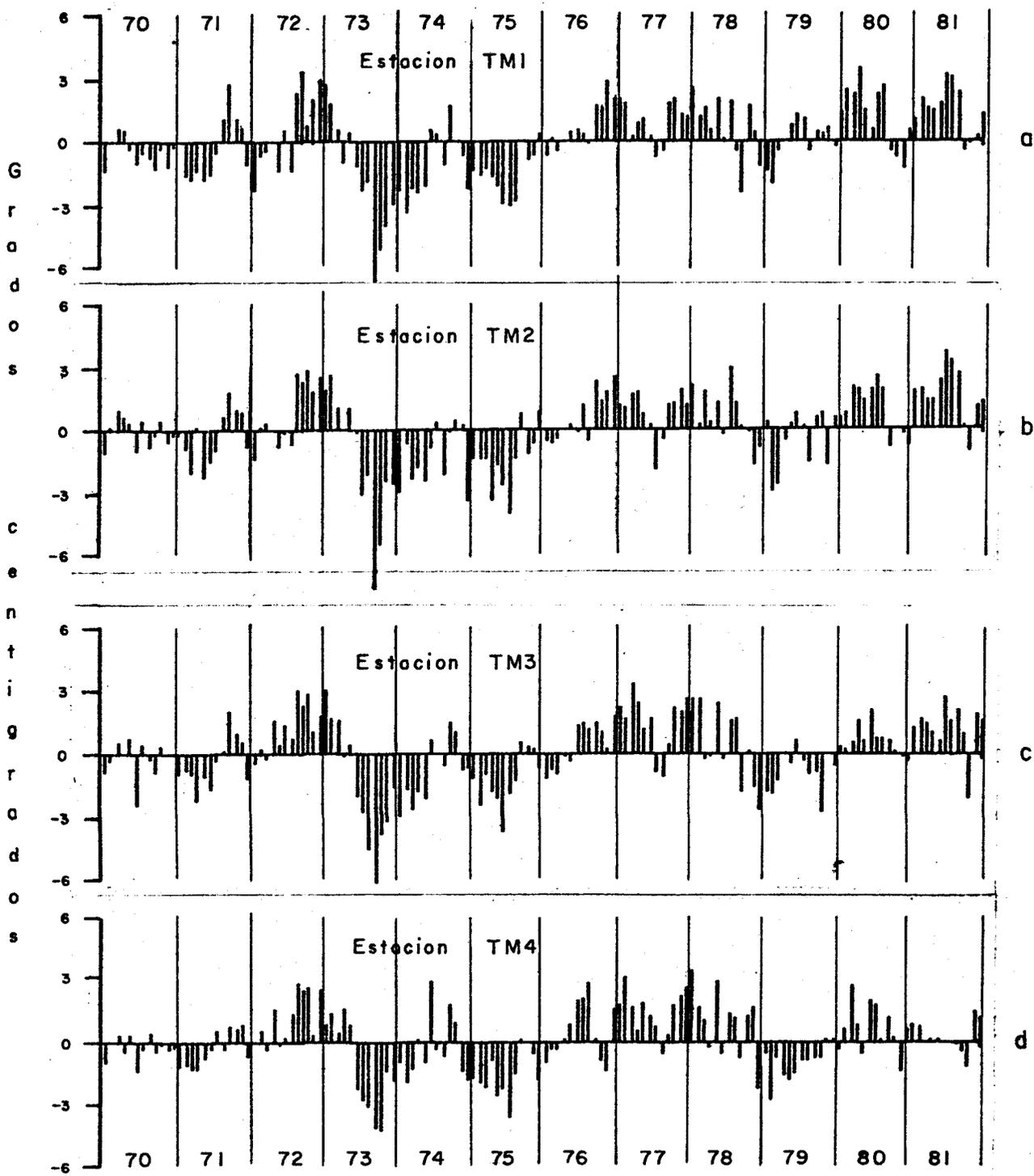


FIG.10 Anomalias mensuales de temperatura superficial del mar

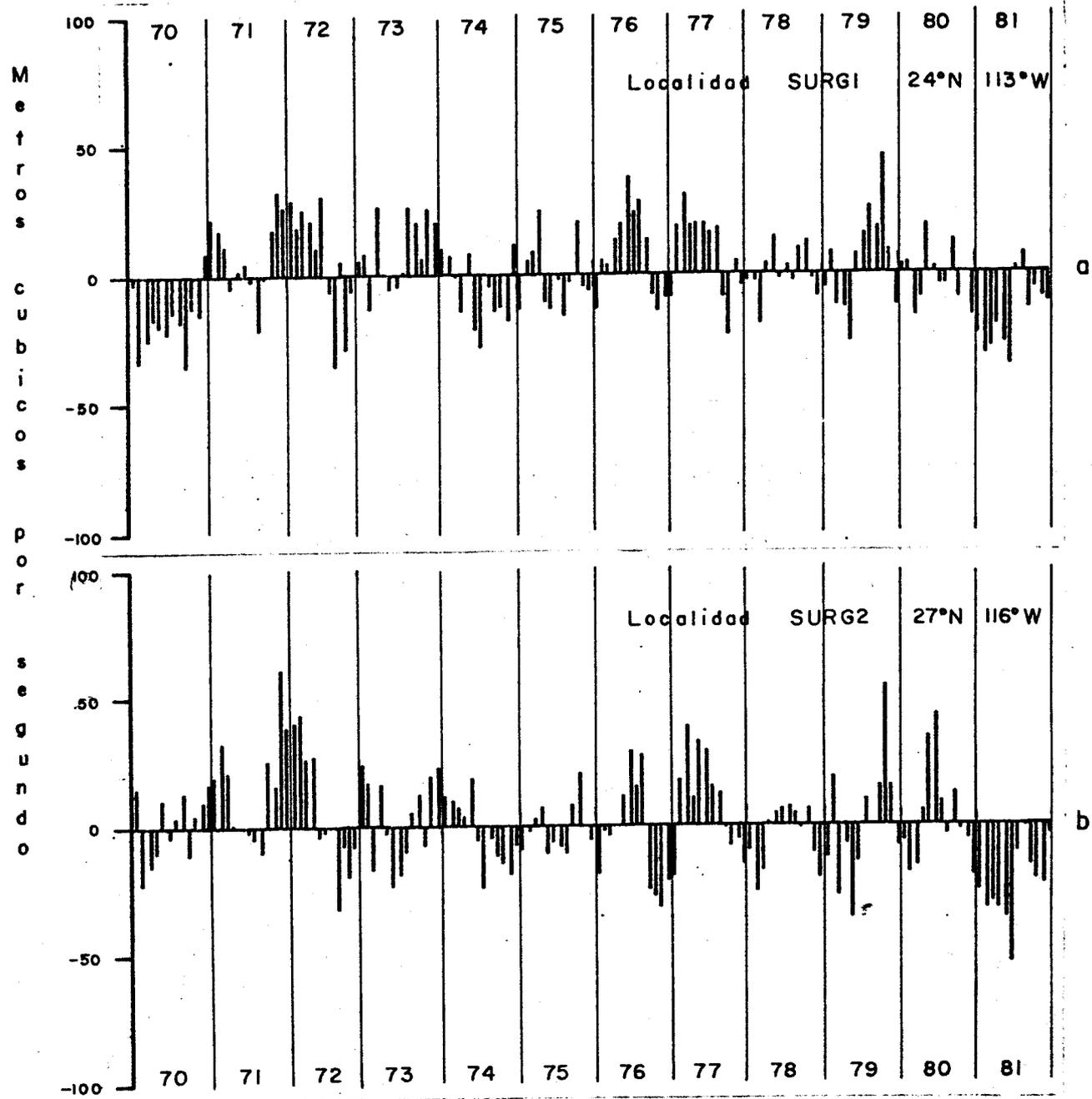
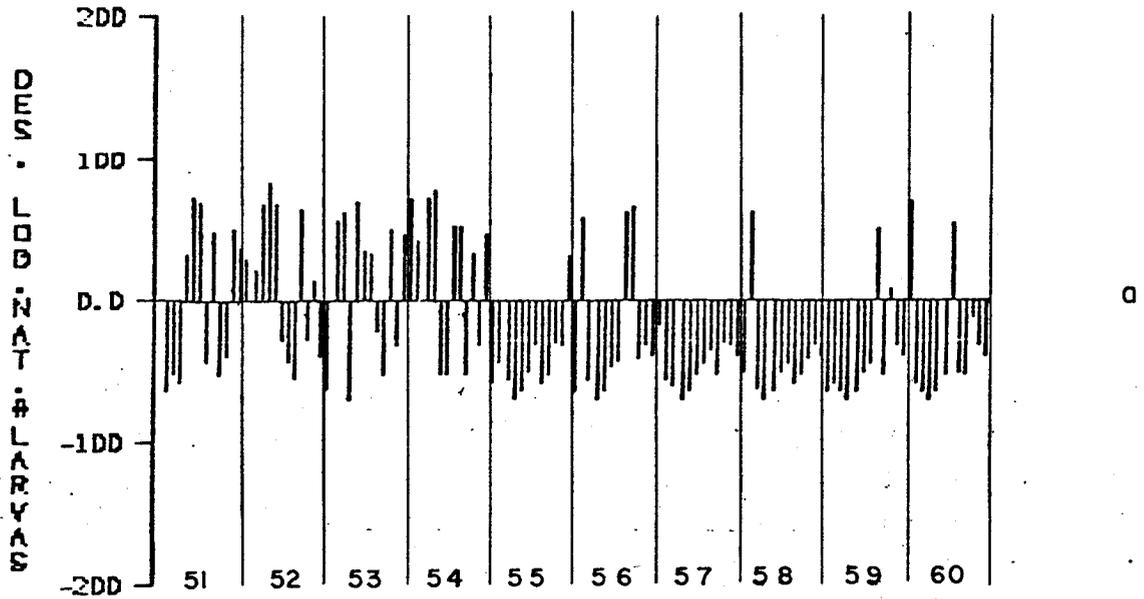


FIG. 11 Anomalías mensuales de índices de surgencia, las unidades se dan para cien metros de costa.

DESVIACIONES DEL LOGARITMO NATURAL DEL NÚMERO DE LARVAS DE SARDINA ENTRE 1951 Y 1960 EN B. C. S.



DESVIACIONES DEL LOGARITMO NATURAL DEL NÚMERO DE LARVAS DE ANCHOVETA ENTRE 1951 Y 1960 EN B. C. S.

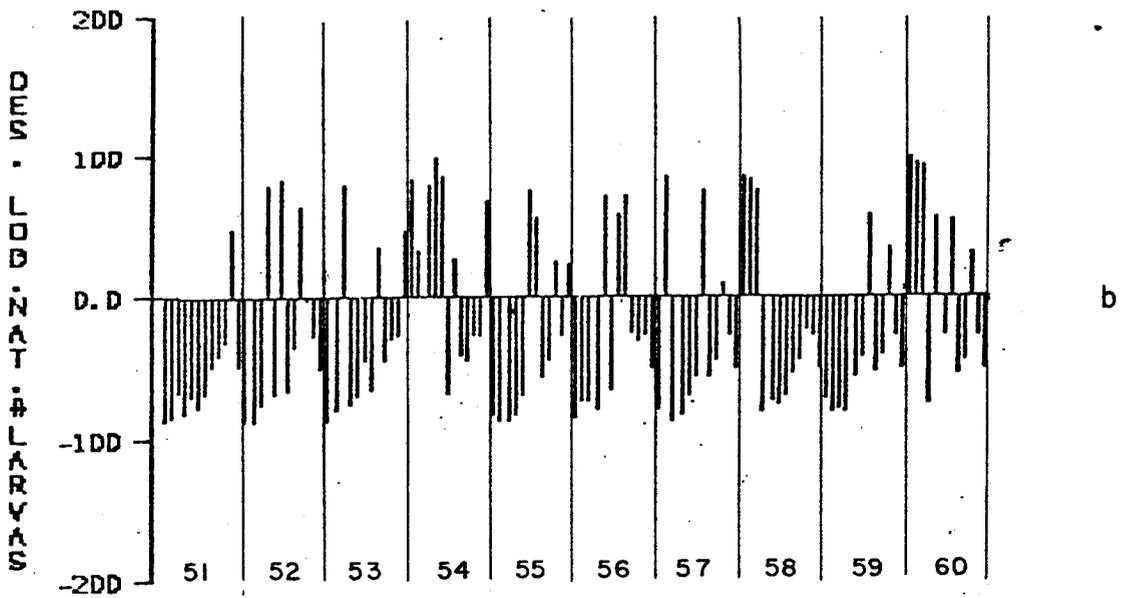
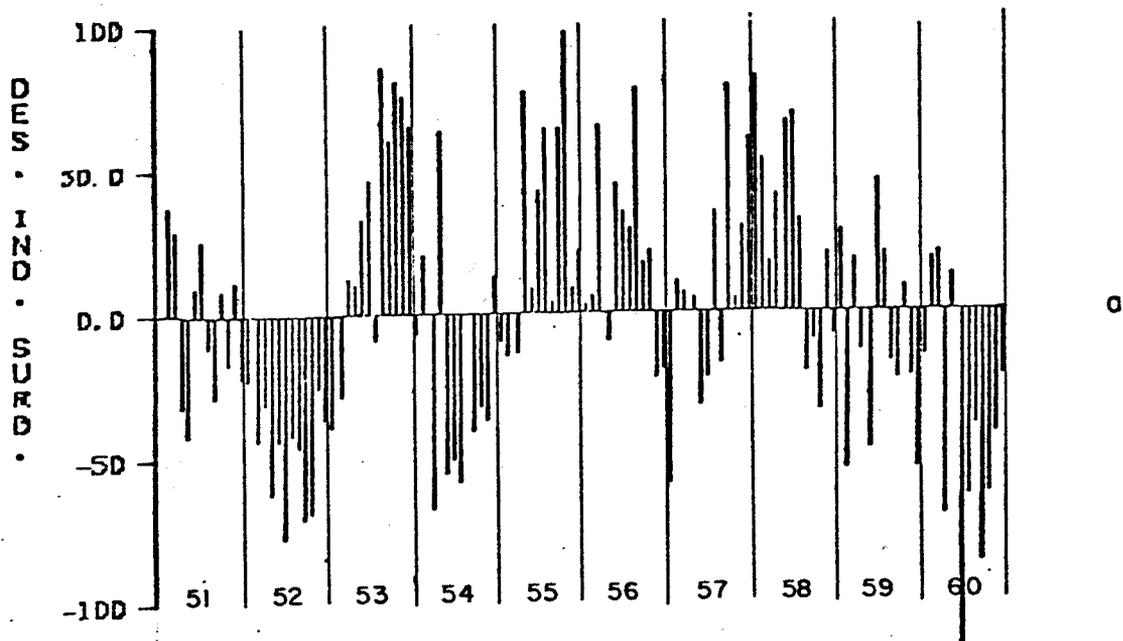


FIG. 21

DESVIACIONES DE LOS INDICES DE SURGENCIA  
EN 27 N - 116 W , DE 1951 A 1960



DESVIACIONES DE LOS INDICES DE SURGENCIA  
EN 24 N - 113 W , DE 1951 A 1960

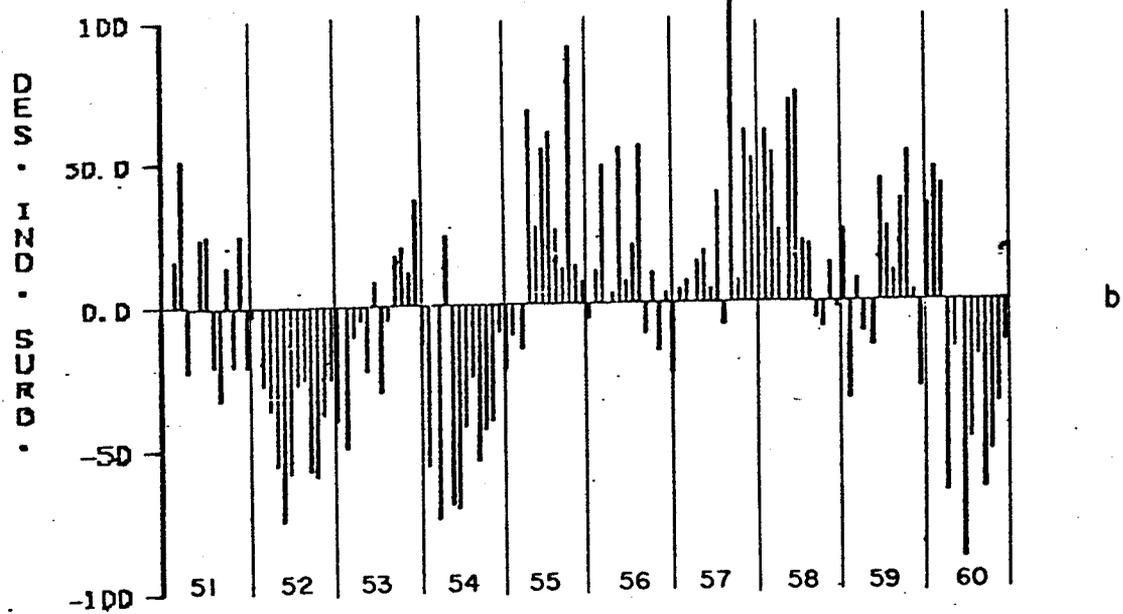


FIG. 22

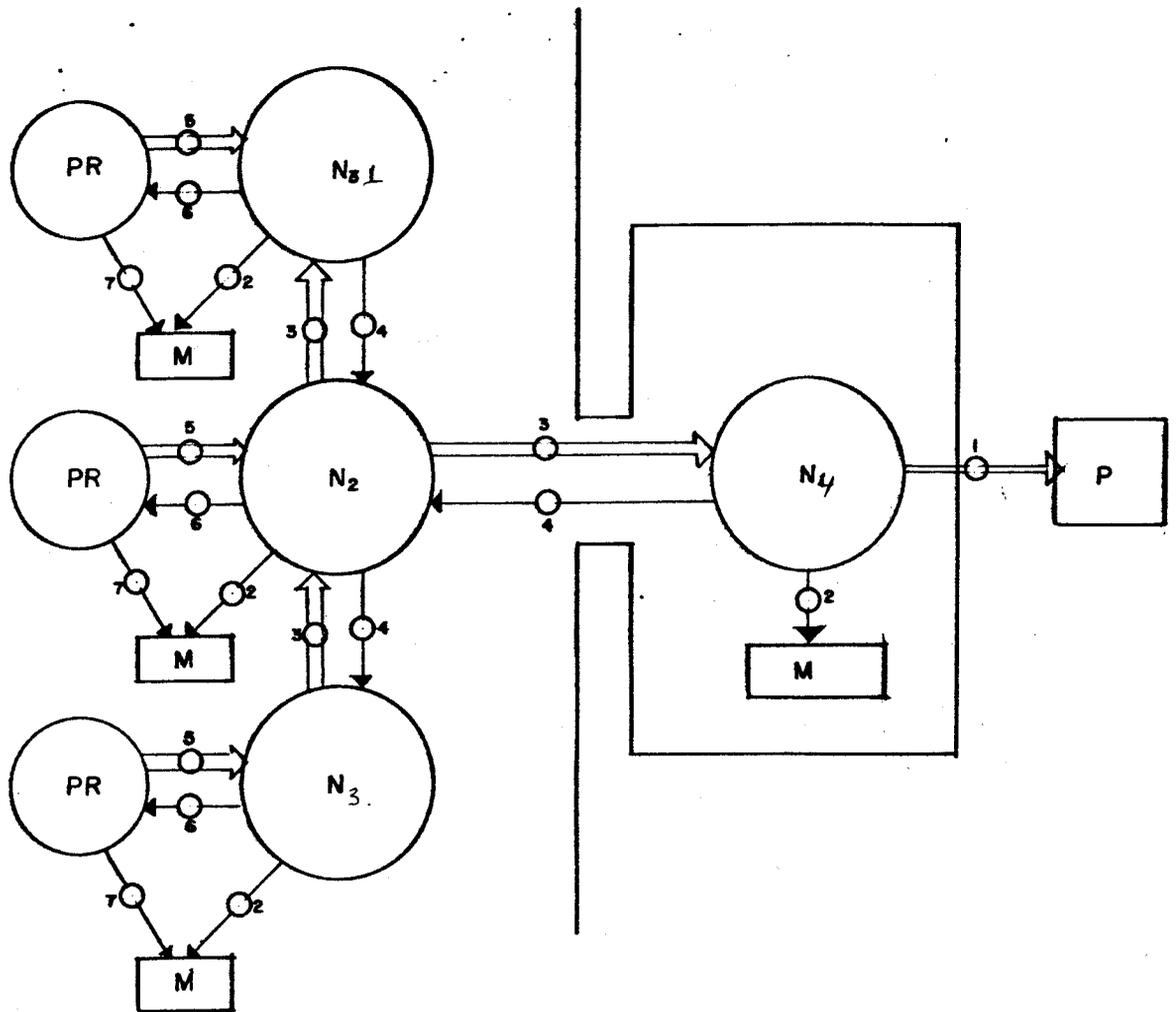


FIG. 23 Esquema representativo de los procesos reguladores de la abundancia en cada zona fuera y dentro de la bahía. PR representa a los prereclutas, N son adultos, P se refiere a los individuos capturados y M a los muertos de forma natural, la discusión se presenta en el texto.

# COASTAL UPWELLING INDICES, DAILY AND WEEKLY MEANS DURING 1973 AT 27N, 116W

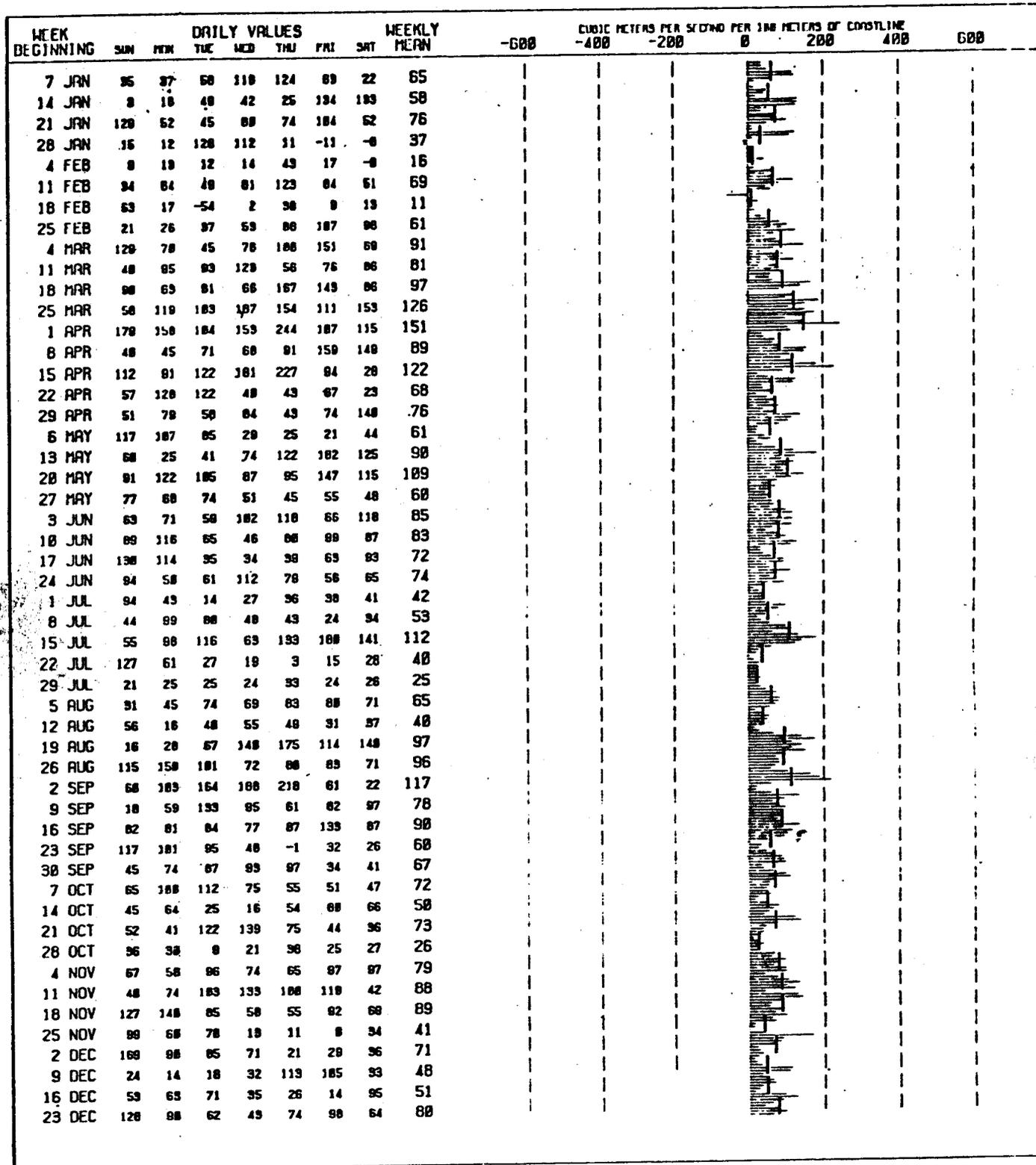


FIG. 24 Promedios diarios y semanales de los indices de surgencia en la localidad y año indicados arriba. (tomado de Bakun, 1975).