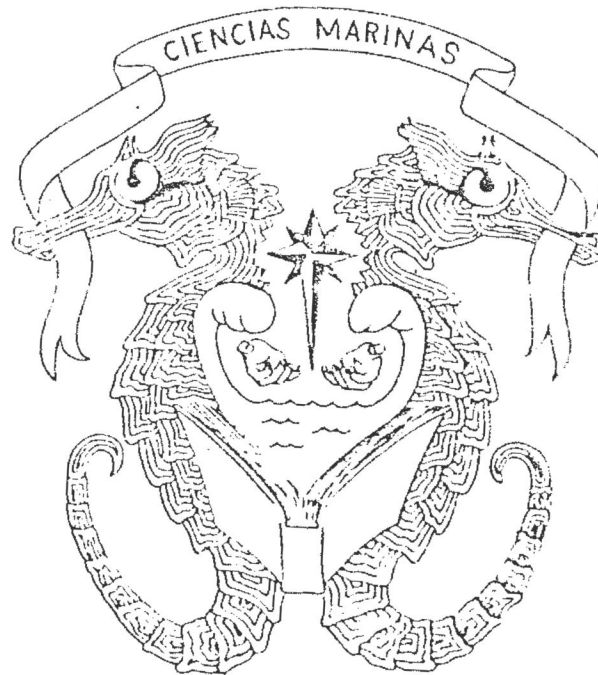


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS



U. A. B. C.

ESTIMACION DE LA BIOMASA REPRODUCTORA DE LA SUBPOBLACION
CENTRAL DE ANCHOVETA EN AGUAS MEXICANAS, PARA EL AÑO DE 1981

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
D O C T O R A N D O
PRESENTA

LEDDEGARIO CASTRO CASTRO

ENSENADA, B. C., NOVIEMBRE DE 1983.

DEDICATORIA

A MIS PADRES J. ROSARIO Y GRACIELA POR SU AMOR, COMPRENSION Y GRAN APOYO QUE ME HAN BRINDADO A LO LARGO DE MI VIDA, EN LA REALIZACION DE MI SUPERACION.

A MIS HERMANOS QUIENES CON EMPENO ME HAN FORTALECIDO EN EL DESEO DE ALCANZAR MIS METAS, A MI FAMILIA TODA.

AGRADECIMIENTOS.

Primeramente a la Escuela Superior de Ciencias Marinas.

A la dirección General del Instituto Nacional de la Pesca, por las facilidades brindadas en la utilización de la información, materiales y equipo.

Mis sinceros agradecimientos al Dr. George Geminway, por su disposición de cooperación y orientación en todo momento. Así como a la Biol. Maritza Escudero, D.C. Flor Fernandez de Castro V., Biol. Beatriz Espinola M., OC. Eliseo Sandoval T. y al Dr. Alejandro Villamar por sus críticas positivas de gran valía.

Hago patente mis agradecimientos a los dibujantes Lucio Nuños F. y Noel Montoya H. los cuales me ayudaron pasando en limpio las tablas y figuras.

A las compañeras Silvia H. Luna, Guadalupe Hernandez y Beatriz Garcia al escribir a máquina los manuscritos.

Al OC. Raul Yepiz V. y al OC. Manuel Alvarez por su colaboración y enseñanza en la utilización de herramientas de computación en la impresión final del trabajo.

No quiero pasar por alto todas las facilidades brindadas por el C.I.C.E.S.E. para la impresión final.

Finalmente a todos aquéllos que de una forma u otra me ayudaron en la realización de éste.

RESUMEN.

Se analiza información de huevos y larvas de anchoveta de cinco cruceros oceanográficos realizados en la costa occidental de Baja California, durante el período de enero a junio de 1981 y registros de temperatura en la columna de agua, únicamente para el mes de junio.

Se describen las técnicas de muestreo de arrastre oblicuo con red CALCOFI bongo, para la obtención de muestras cuantitativas de larvas de anchoveta, así como también el método de censos larvales regionales y la estimación de biomasa reproductora de anchoveta método Smith 1972.

Se estimaron 1,457,020.7 toneladas métricas de biomasa reproductora de la subpoblación central de anchoveta, para el año de 1981, en aguas de jurisdicción Mexicana.

Se presenta la abundancia de huevos y larvas, y la abundancia relativa de las larvas con respecto a su talla. Obteniendo que el desove masivo se efectúa durante toda la temporada, iniciando en enero y finalizando en junio, presentandose su mayor ocurrencia en el mes de abril. Así como también la distribución relativa de las larvas durante la temporada y la distribución de la batimetría y temperatura en la profundidad de la capa de mezcla y de la termoclina promedio, para el mes de junio. La distribución de las larvas no es uniforme en toda el área, presentando su mayor ocurrencia dentro de la zona costera y en regiones muy definidas, coincidiendo con las regiones de mayor estabilidad de la columna de agua.

4. ESTIMACION DE LA BIOMASA DE REPRODUCTORES.	34
IV. RESULTADOS.	35
1. CENSOS LARVALES.	35
1.1. Censos larvales regionales.	35
1.2. Censo larval anual.	37
2. ESTIMACION DE BIOMASA DE REPRODUCTORES.	38
3. DISTRIBUCION DE LA ABUNDANCIA DE LOS PRODUCTOS DEL DESOVE.	38
4. BATIMETRIA Y TEMPERATURA DE LA CAPA DE MEZCLA Y DE LA TERMOCLINA PROMEDIO	46
4.1. Batimetria y temperatura de la capa de mezcla.	46
4.2. Batimetria y temperatura de la termoclina.	47
V. DISCUCION.	51
VI. CONCLUSIONES.	58
VII. RECOMENDACIONES.	59
VIII. LITERATURA CITADA.	60

I. INTRODUCCION

1. ANTECEDENTES

La corriente de California ha sido estudiada en forma intensiva, y continúa desde los últimos años de la década de los 40's, a través del Programa California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CaLCOFI); dentro de dichas investigaciones destacan las relativas a la anchoveta norteña, *Engraulis mordax* Girard, las cuales se iniciaron en el año de 1949 a raíz del descenso de la pesquería de la sardina del Pacífico (Kramer et al, 1972).

En México el estudio regular de éste recurso se inició a finales de 1974 por el Instituto Nacional de la Pesca (I.N.P.) a raíz del incremento potencial en su captura y las consecuencias socioeconómicas de importancia para el país (anónimo, 1974); por lo que desde entonces, dado el interés común de ambas Instituciones para el estudio de la anchoveta, se han venido realizando investigaciones conjuntas en el área de la corriente de California.

La anchoveta norteña es un pez pelágico y es común de la costa de Norteamérica (Miller y Lea, 1972) y se distribuye esencialmente desde la Isla Reina Carlota, Canadá hasta Bahía Magdalena, Méx. (Ahlstrom, 1968 y Reis, 1974).

La población de anchoveta ha sido dividida en tres subpoblaciones: Norteña, Central y Sureña (Fig. 1) de

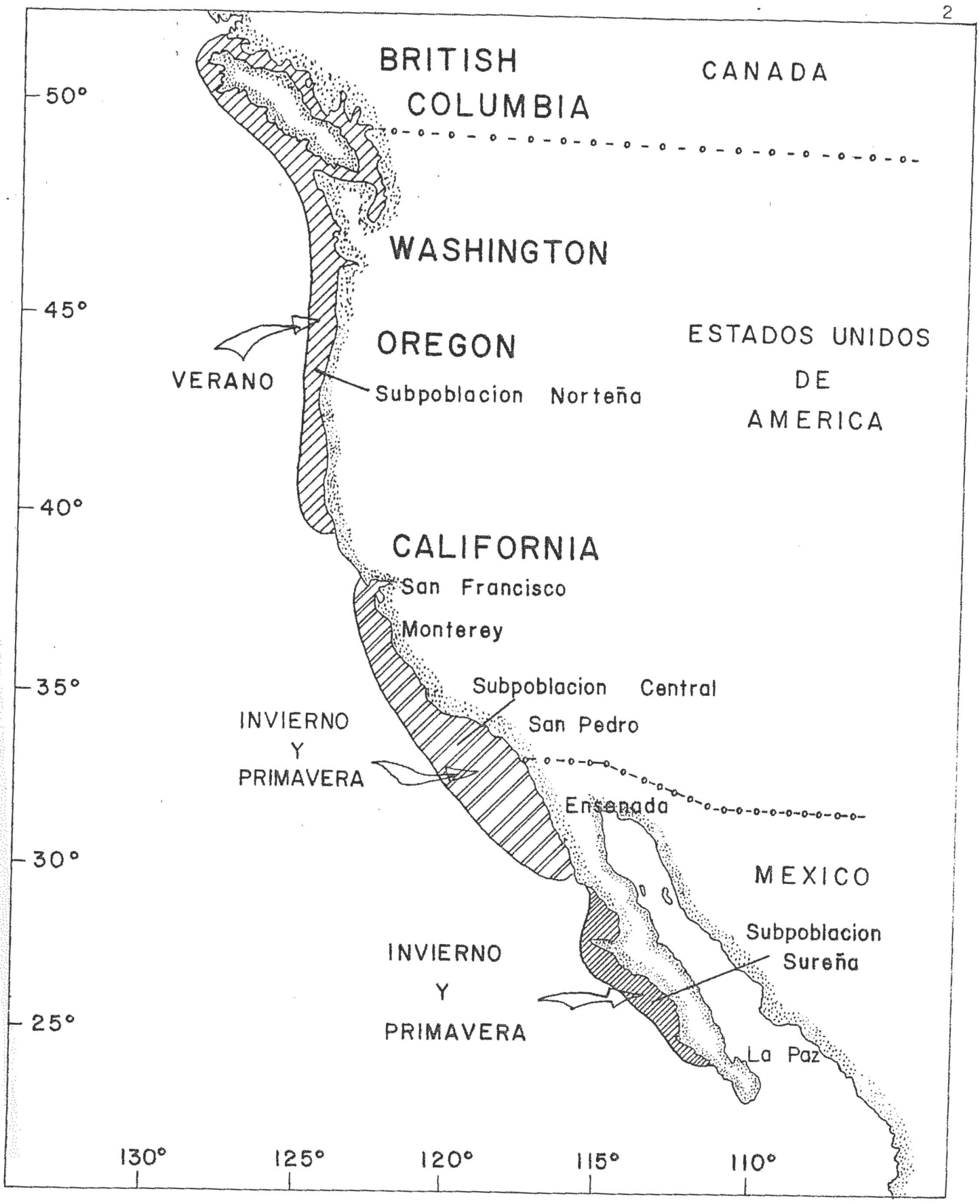


FIG. 1 Distribucion Geografica y estaciones de desove de las tres Subpoblaciones de anchoveta Norteña, *Engraulis mordax* Girard. (Vraoman and Paloma, 1975.)

acuerdo a caracteres merísticos y morfométricos (Mc Hugh, 1951). Unas características importantes son el estudio de otolitos (Spratt, 1972), genética de sangre (Vrooman y Smith, 1971), separación de proteínas del suero sanguíneo (Vrooman y Paloma, 1975), estudios electroforéticos, morfométricos y merísticos (Vrooman, Paloma y Zweifel, 1980). La subpoblación central es la más abundante y su extensión aproximada es: de la altura de San Francisco California, U.S.A. (38° Lat. N) a punta Baja, B.C., México (30° Lat. N) (Vrooman y Smith, op. cit.).

Los adultos de anchoveta, presentan una variación en su talla y edad con respecto a la Latitud (Fig. 2). Los de mayor talla y edad se encuentran en el extremo norte y decrecen gradualmente conforme se avanza hacia el sur de su área de distribución (Villamar y Honoragon, 1978). En base al análisis de la pesquería de anchoveta en California y Baja California, realizados por Chavez, Silva y Sunada (1979), la composición por edad dentro de las capturas anuales predominan organismos de 3 años (34% en California sur y 42.6% en Baja California), siguiéndole en abundancia los de 2 años con 33% y 24.9% , los de 4 años con 16% y 15.8%, los de 1 año con 9.4% y 10.5%, los de 5 años con 5.7% y 2.3%, y los de "0" años 0.5% y 3.5% respectivamente. La composición por tallas varía de los 65 mm en Baja California a 175 mm en California central, con longitudes promedio de 117 mm en Baja California, 126 mm en California sur y 130 mm en California Central. La composición de sexos se presenta constante en la

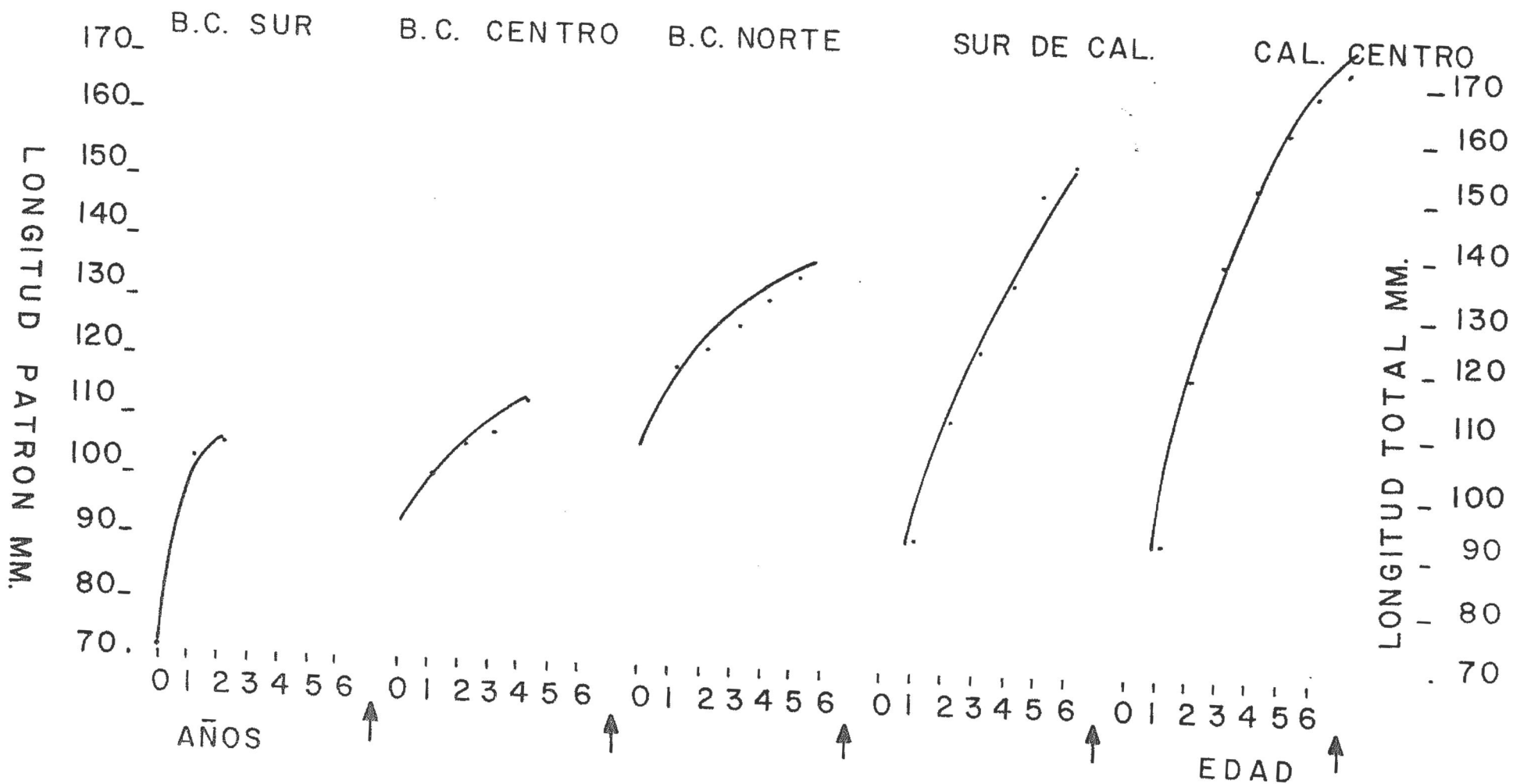


FIG. 2 DISTRIBUCION CLINAL DE GRUPOS DE EDAD Y TALLAS

DE ANCHOVETA. (Villamar y Mondragon 1978).

mayor parte del año, con un mayor número de hembras que de machos, en proporciones hasta de 2.8 a 1. Durante todo el año se observa el desove con su mayor ocurrencia dentro del periodo de febrero a mayo.

La anchoveta comienza su madurez sexual entre los 90 a 100 mm de longitud, y al alcanzar la edad de 1 a 2 años; alrededor del 50% son maduros a la longitud de 130 mm y con edad de 2 a 3 años y la gran mayoría son maduros a los 150 mm a la edad de 4 años o más (Clark Y Phillips, 1952).

La anchoveta desova aparentemente en una pequeña porción de su rango de distribución mientras se encuentra en cardumen; también desova durante una corta parte del día (25%), parece ser que la mayoría de los desoves tienen lugar precisamente después de la luna llena, aproximadamente 20% del mes lunar, además el comportamiento es sumamente estacional, ocurriendo el mayor desove en la primera mitad del año (Smith, 1972). MacGregor (1968), estima que el número de huevos puestos en un desove por anchoveta *E. mordax* es de 574 huevos por gramo del peso total de la hembra. Baxter (1967) menciona que la anchoveta adulta desova de 20 a 30 mil huevecillos anualmente y que efectúa de 2 a 3 desoves por año.

Los huevos y larvas de anchoveta son pelágicos y flotan pasivamente en la capa superior del océano; los huevos son ovoides con dimensiones de 1.23 a 1.55 mm en su eje mayor y 0.65 a 0.92 mm de eje menor, son de color claro y transparente y tardan de 2 a 4 días para eclosionar

dependiendo de la temperatura del agua ; las larvas al nacer son de 2.5 a 3.0 mm de longitud y tardan 36 hrs. para absorber totalmente su saco vitelino (Bolin, 1936). Frente al Litoral de Baja California se ha registrado que los huevos y larvas de anchoveta se encuentran distribuidos hasta las 250 millas de la costa, con su mayor concentración relativamente costera (Olvera, et al., 1976). Su distribución vertical se encuentra dentro de la capa de mezcla y la parte superior de la termoclina; las larvas se encuentran desde la superficie y hasta aproximadamente los 125 mts de profundidad, ocurriendo del 79 al 99 por ciento por encima de los 50 mts y los huevos se encuentran hasta los 111 mts, ocurriendo su gran mayoría a profundidades menores de 20 mts (Ahltrom, 1959).

Las variaciones del marco ambiental son decisivas para el inicio y duración del desove, por lo que es notable que los individuos nacidos en el período invierno-primavera alcanzan una longitud mayor que los nacidos en el período verano-otoño (Villamar y colaboradores, en prensa).

Las fluctuaciones del poder de clases anuales de anchoveta, es debido principalmente a la mortalidad ocasionada por la subalimentación en la etapa cuando las larvas dejan de alimentarse del saco vitelino o por la duración del período larval vulnerable (O'Connell y Raymond, 1970).

Las larvas de anchoveta desde su primera fase de alimentación y hasta los 2.5 días requieren de una

concentración de fitoplancton mayor de 20 células/ml, siendo las capas de máximas clorofilas, las que presentan las mejores condiciones ambientales para su alimentación (Lasker, 1975). Los crustáceos, principalmente copépodos es el alimento predominante de las larvas de anchoveta y abundantes dinoflagelados en algunos casos (Berner, 1959). La anchoveta es pez diurno y desde las etapas larvarias hasta su madurez muestra una aparente preferencia por el segundo eslabon de la cadena alimenticia (Loukanshkin, 1970).

Las larvas de anchoveta son depredadas por gran parte de los organismos que se alimentan de zooplancion y en algunos casos hasta por los mismos adultos de anchoveta; especies de copépodos comunes de las aguas superficiales de la corriente de California, tales como Labidocera lollae, L. trispinosa y Pontellopsis occidentalis, son unos verdaderos depredadores de las larvas de anchoveta (Lillielund y Lasker, 1971).

Baxter (1967) reporta que los adultos de anchoveta se han encontrado en aguas con temperaturas desde 8.5 °C hasta los 25 °C. Brewer (1967) dedujo los rangos límites de distribución y sobrevivencia de larvas y adultos de anchoveta en relación a la temperatura (Fig. 3).

Hais (1974), estudió la relación de la temperatura superficial y el desarrollo sexual de la anchoveta y encontró que la subpoblación central se encuentra dentro del rango de temperatura de 12 °C a 21.5 °C, puntualizando que existe un pronunciado pico de desove dentro del rango de 13.5 °C a 14.0 °C y menores picos en 15.5 °C a 16 °C y 17 °C a 17.5 °C.

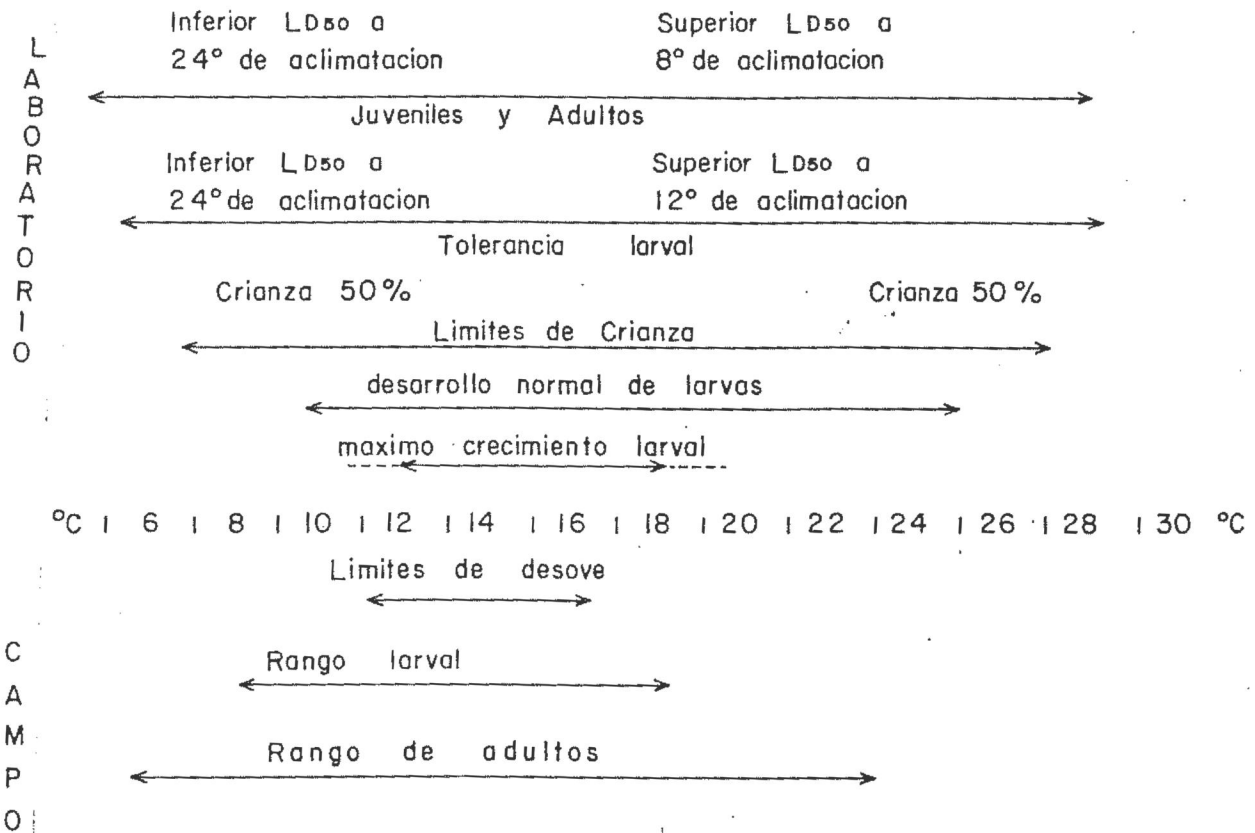


Fig. Nº 3 Limites en el Campo y Laboratorio, deducidos para la distribución y sobrevivencia de la Anchoqueta Norteña (Rep. de Brewer, 1976)

Se ha considerado por innumerables investigadores, que un aspecto básico para la comprensión de la dinámica poblacional de una o varias especies, es el estudio de sus primeras fases de desarrollo, entre ellos podemos mencionar a Anstrom, 1968; Saville, 1964; Kramer y Sweifel, 1970; Sweifel y Smith, 1981; Smith, y Richardson, 1977, puntualizan que en las investigaciones planctónicas con fines

de estimación de biomasa reproductora, se requieren muestras cuantitativas de los productos del desove.

La metodología empleada para la evaluación de biomasa de reproductores de anchoveta, creada por CalCOFI y adoptada por el I.N.P., se debe principalmente a su experimentación por más de 30 años en la corriente de California y a la menor aplicación de otras técnicas y métodos para evaluar recursos pesqueros, que justifiquen la sustitución de este método, pese a que pudieran resultar más económicos, rápidos y eficientes.

2. OBJETIVOS.

El objetivo principal del presente trabajo, es contribuir en el conocimiento de la anchoveta de la costa occidental de Baja California.

Mediante las metas siguientes:

-Describir las técnicas y metodologías más utilizadas en la estimación de biomasa reproductora de anchoveta.

-Efectuar la evaluación de la biomasa reproductora de la subpoblación central de anchoveta *Engraulis mordax* Girard, en aguas mexicanas, para el año de 1981.

-Localizar las zonas de desove y su relación con los parámetros del medio ambiente.

3. ZONA DE ESTUDIO.

La zona de estudio se delimita al norte por la línea fronteriza de los Estados Unidos de Norteamérica y México, al sur por la línea de muestreo 117 del plan básico de estaciones de muestreo CALCOFI, (aproximadamente a la altura de Punta Baja, B.C.) y al occidente con una distancia aproximada de 240 millas de la costa; esta zona queda comprendida dentro de las regiones 11, 13 y 14 de dicho plan, cuyos límites han sido modificados por Stauffer (1980) (Fig. 4).

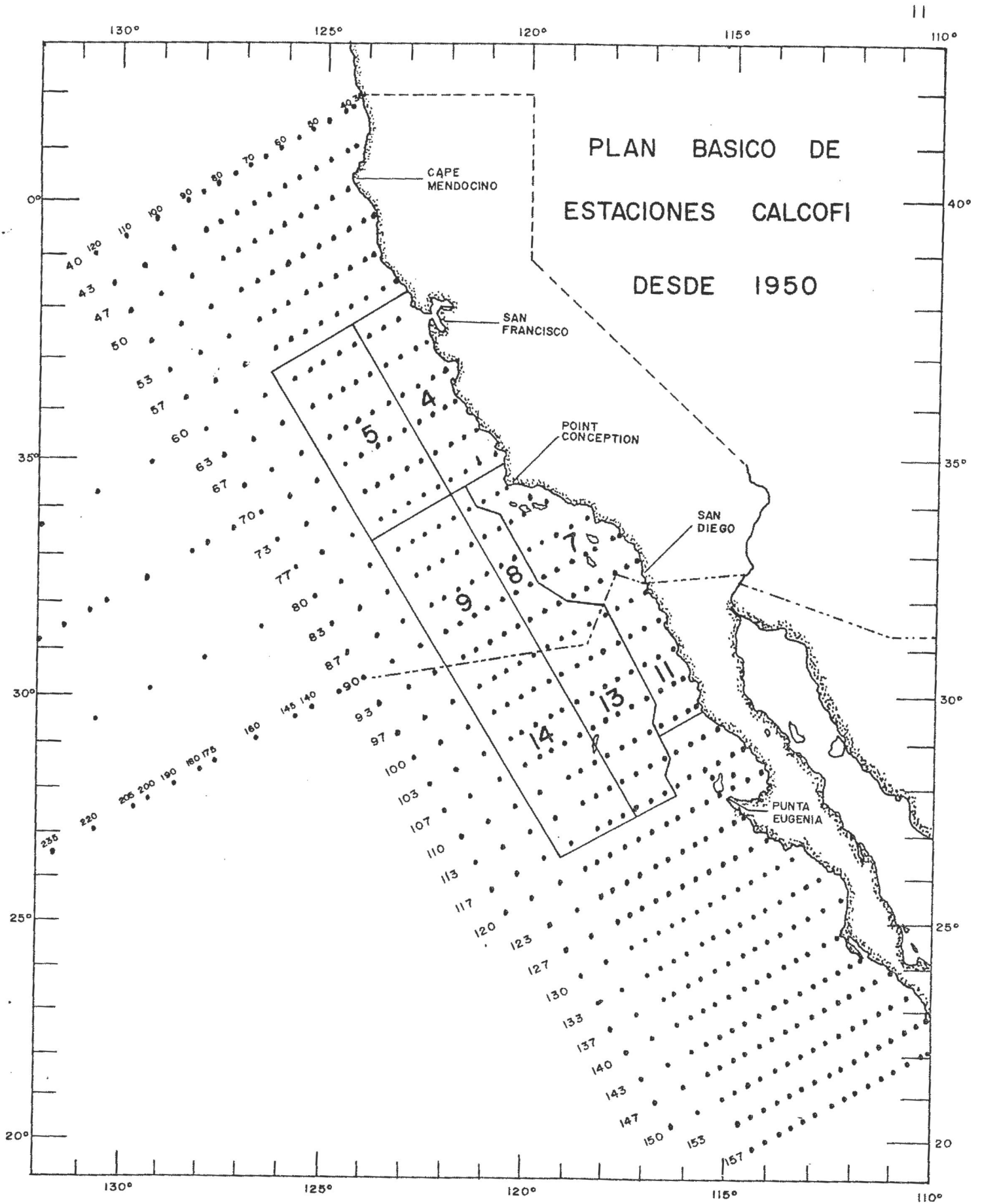


Fig. Nº 4 PLAN BASICO DE ESTACIONES DE MUESTREO CALCOFI

(TOMADO DE STAUFFER, 1980)

II. M A T E R I A L E S.

El material utilizado en el presente trabajo es bajo la autorización de la Dirección General del Instituto Nacional de la Pesca, el cual consiste en: información del número de huevos y larvas de anchoveta y los registros de temperatura en la columna de agua de mar, de los cinco cruceros oceanográficos realizados conjuntamente por CalCOFI e I.N.P., durante el año de 1981.

Los cruceros se realizaron a bordo de los buques de investigación David Starr Jordan (JD) y New Horizon (NH). Las temporadas, fechas y regiones cubiertas por estos, dentro de las aguas mexicanas se resumen en la tabla 1.

No. de Crucero	Clave de Crucero	Fecha de Inicio	Fecha de Terminación	Regiones Muestreadas	Trimestre Anual
01	JD8101	81-01-08	81-01-17	11, 13 y 14	INVIERNO
02	JD8102	81-02-25	81-03-05	--, 13 y 14	
	NH8102	81-02-25	81-03-02	11, -- y --	
04	NH8104	81-04-07	81-04-16	11, 13 y 14	PRIMAVERA
05	JD8105	81-06-02	81-06-12	11, 13 y 14	

Tabla 1. Calendario de cruceros realizados en 1981 para las investigaciones de anchoveta.

III. METODOLOGIA.

Las técnicas y métodos planctónicos que se describen a continuación fueron recopiladas por Smith y Richardson (1977), y son las estándares utilizadas en la corriente de California, por "CalCOFI" y el "INP".

1. MUESTREO.

1.1 Registro de temperatura.

Los datos de temperatura en la columna de agua, son registrados en forma continua, desde la superficie hasta la profundidad de 500 m, con la utilización de un sistema multisensor "CTD" para la detección de los parámetros temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (S‰) y profundidad (m). El "CTD" se integra a un sistema de computación que corrige y procesa la información automáticamente.

1.2 Colecta de las muestras de plancton.

La colecta de muestras cuantitativas de plancton se efectúa mediante arrastres oblicuos, utilizando una red CalCOFI tipo bongo, la cual remolcada a bajas velocidades reduce al mínimo las variaciones causadas por la desigualdad

de filtración por unidad de profundidad: evasión y escape o extrusión de los organismos a través de la malla de la red.

La red bongo consiste en una armazón formada por dos cilindros de aluminio o fibra de vidrio de 22 cm de ancho y 60 cm. de diámetro unidos por un yunque de acero, al cual en la parte superior se sujeta el cable oceanográfico y en la parte inferior un peso de 45 kg. como depresor (fig. 5 y 6).

Dicha armazón se equipa con dos redes cilíndrico-cónicas hechas de nylon (fig. 5), una de ellas con luz de malla de 0.505 mm. y la otra de 0.333 mm., a las cuales se les coloca en la parte terminal colectores de un material suave y de preferencia de la misma luz de malla de las redes, con el fin de evitar que la muestra se regrese a éstas; tanto las redes como los colectores se marcan con colores, para reconocerlos y aparearlos fácilmente.

Para determinar el factor estándar de captura en cada arrastre, se coloca un flujómetro calibrado en la boca de cada red.

La calibración de los flujómetros se efectúa antes y después de cada crucero, mediante el siguiente procedimiento: éstos se arrastran a través del agua a velocidad constante en una distancia prefijada (15 m.), anotando el tiempo y el número de revoluciones durante el recorrido; se repite esto las veces necesarias para abarcar el rango de velocidades de arrastre en el mar, las cuales están dentro de los valores de 0.22 m/seg y 0.36 m/seg; posteriormente se calculan las

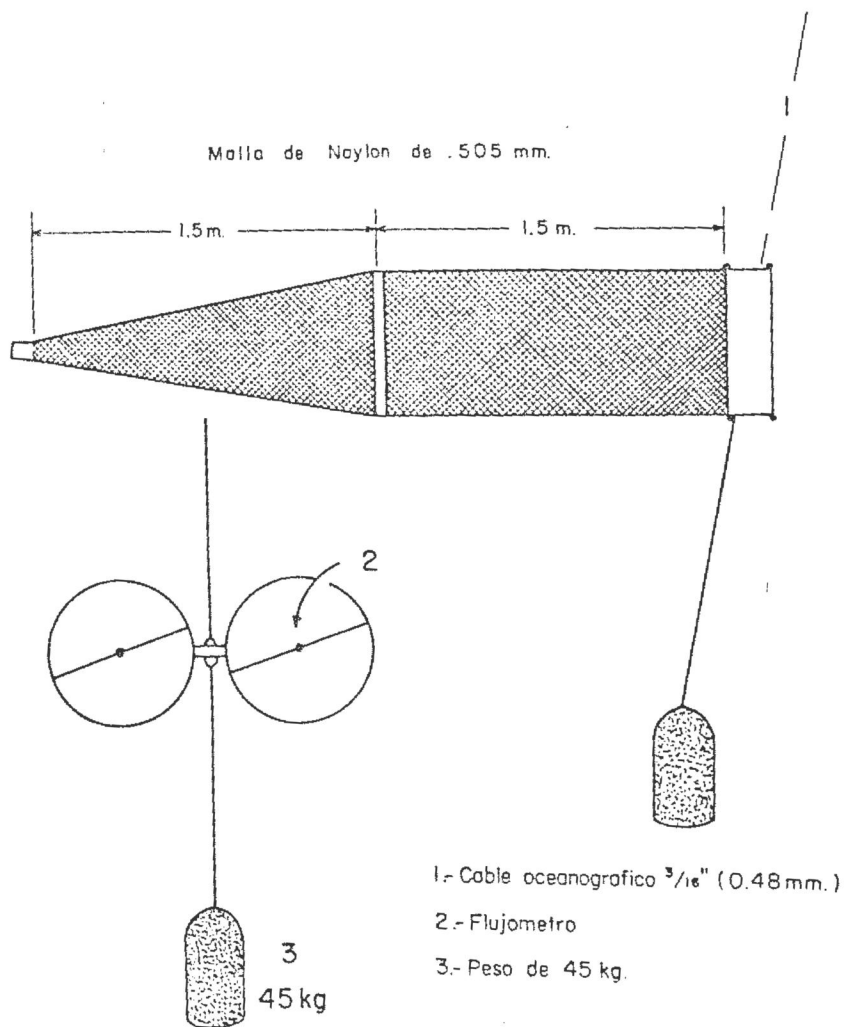


Fig. 6 Diagrama de acoplamiento de la red Bongo
 (Tomado de Smith, 1974).

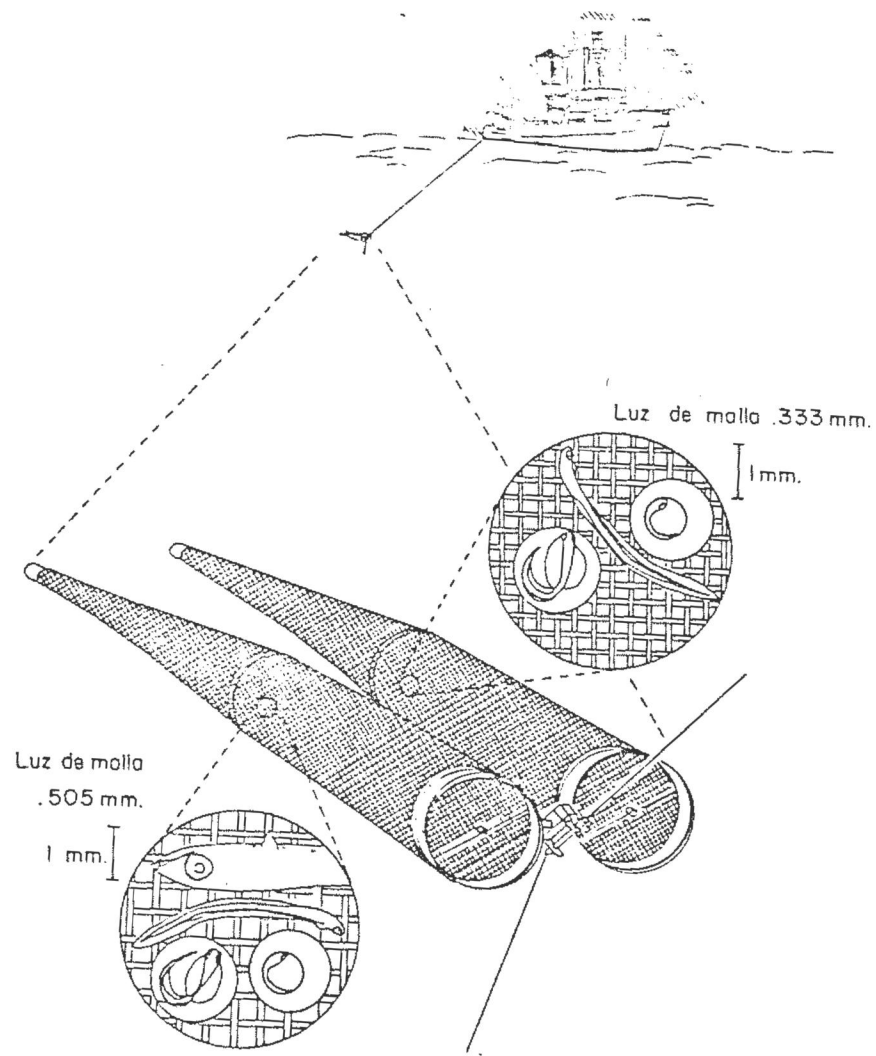


Fig. 5 Muestreador de plancton tipo Bongo
 (Tomado de Smith, 1974).

rev/seg y m/rev para cada una de las velocidades, siendo el No. m/rev calculados, el factor de calibración para cada una de las velocidades de arrastre.

Para la facilidad en la colecta de muestras por medio de arrastres de redes, se requiere del acondicionamiento apropiado en la cubierta del barco, del cual se muestra un ejemplo en la (fig. 7); así mismo contar con un laboratorio húmedo, para preservar las muestras, lo cual se ejemplifica en la (fig. 8).

1.2.1 Actividades previas al arrastre.

a) Antes de llegar a la estación de muestreo, deben llenarse los siguientes puntos del formato correspondiente al arrastre (fig. 9).

1 Crucero (iniciales del barco/año/No. secuencial del crucero).

3 Fecha (día/mes/año).

4 Secuencia (No. ascendente de arrastre).

5 Estación (la clave de acuerdo al plan de estaciones).

11 Número de la red (la luz de malla de la red: regular = 0.505 y fina = 0.333).

12 Medidor (igual al No. de serie del flujómetro, el correspondiente para regular y fina).

14 Lectura inicial del flujómetro (número de

FIG 9 FORMATO PARA LA TOMA DE DATOS DE LOS ARRASTRES OBLICUOS DE PLANCTON CON LA RED TIPO BONGO (tomado de Smith y Richardson 1977)

1 CAUCERO		2 CODIGO DE OCUPACION		3 FECHA	4 SECUENCIA		5 ESTACION		6 HORA (PST)		
		REG	FINA						H	M	
7 TIEMPO		MALLA		REG		FINA	8 HORAS PARA USO DE VENTANA				
9 DESLIZAC		11 RED N°									
10 ARRASTRE		12 MEDICION N°									
13 TOTAL		LECTURAS									
14 LONGITUD DEL CABLE		15 FINAL									
16 LONGITUD DEL CABLE		17 INICIAL									
18 LONGITUD DEL CABLE		19 DIFERENCIA									
19 N° TOTAL DE ANGULOS		POSICION ACEPTADA									
		12 LATITUD		N		13 LONGITUD	W				
RUTINA: HORA EN QUE ENTRA LA RED AL AGUA											
20 ANGULO											
LONG. CABLE		300	290	280	270	260	250	240	230	220	210
21 ANGULO											
LONG. CABLE		200	190	180	170	160	150	140	130	120	110
22 ANGULO											
LONG. CABLE		100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
OTRO: HORA EN QUE ENTRA LA RED AL AGUA											
23 ANGULO											
LONG. CABLE		300	290	280	270	260	250	240	230	220	210
24 ANGULO											
LONG. CABLE		200	190	180	170	160	150	140	130	120	110
25 ANGULO											
LONG. CABLE		100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
26 N° DE PASOS		VIENTO		ESTADO DEL CIELO		OBSERVACIONES					
REG		FINO		DIRECCION		NUDOS					
VOL. DE PLANCTON		ESTADO DEL MAR		G. FAJE							
REG		FINO		DIRECCION		ALTURA					
PRESERVO		GRADO DE OBTURACION DE LA MALLA									
REG		FINO		NADA	LIGERO	MODERADO	DENSO	IMODENSO			
ETIQUETA		LAVADO DE LA RED									
		ENJUEGUE									
27 PROFUNDIDAD		NO		ANTES		DESPUES		ANTES		DESPUES	
		NO		RISGURAS Y NOTAS EN LA RED		REPARACION					
		NO		LOCALIZACION		REPARACION					
		NO		ANTES		DESPUES		OBSERVADOR			

revoluciones que marca el flujómetro, el correspondiente para regular y fino).

- b) Cuando el barco llega a la estación se debe solicitar al puente de mando, la profundidad de fondo y anotarla en el espacio correspondiente del formato; cuando la profundidad es menor de 250 m (150 brazas), se utiliza la gráfica de la (fig. 10) para determinar la cantidad apropiada de cable que debe soltarse, con el fin de prevenir que la red choque con el fondo. Cuando existen profundidades mayores se sueltan 201 m de cable para alcanzar la máxima profundidad de muestreo.
- c) Verificar la lectura del flujómetro (punto 14, del formato).
- d) Sujetar la punta del cable por medio de un grillete a la parte superior del yunque y en la parte inferior, el depresor.
- e) Enganchar al cable el medidor de ángulo (inclinómetro) y sujetarlo con una cuerda que lo mantenga a un altura que permita la correcta lectura de los ángulos y no choque con el contador de cable.
- f) Dar la señal al puente para que el barco avance en dirección contraria al viento (viento en pros).

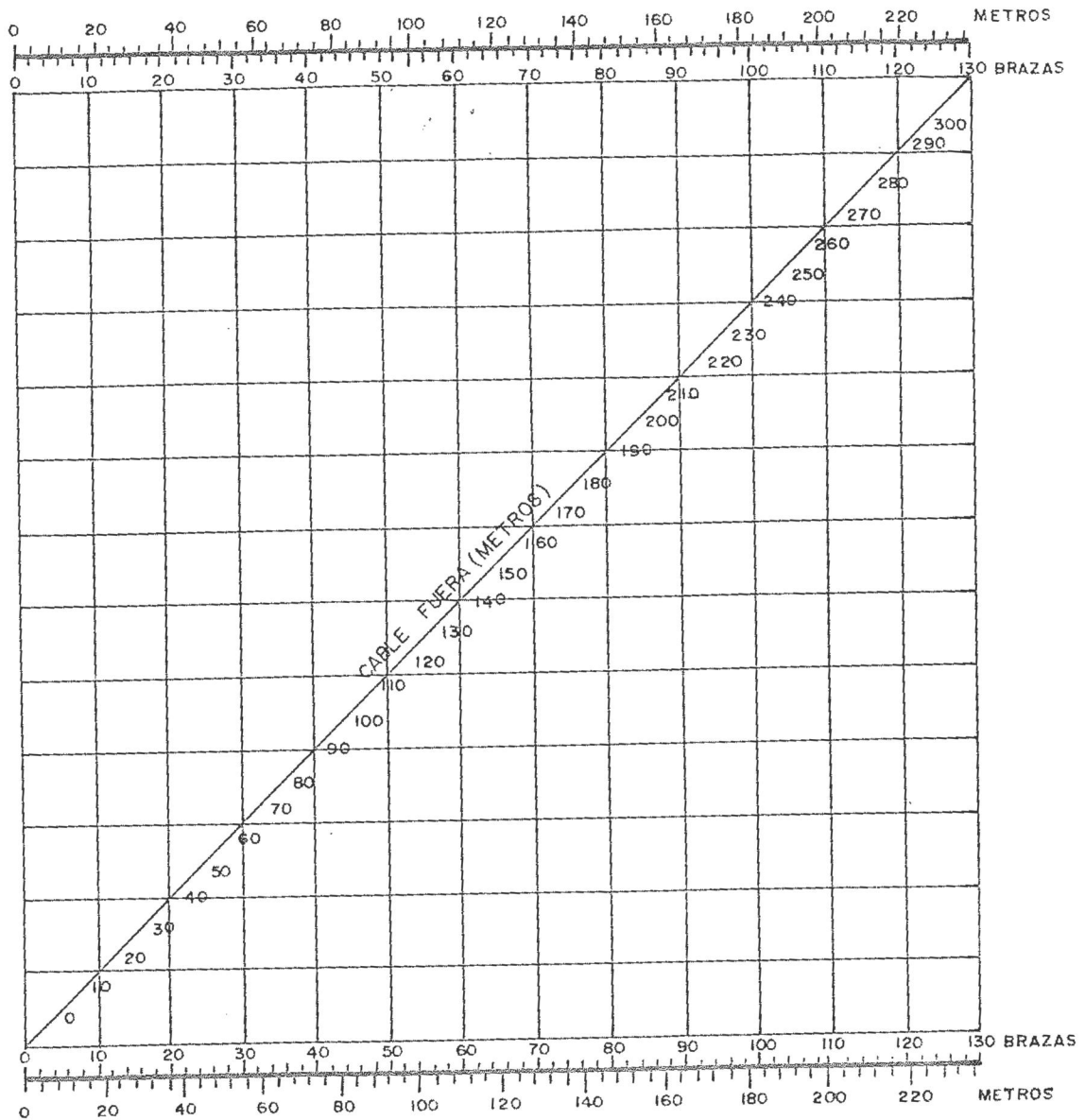


FIG. 10 Grafica para determinar la cantidad de cable a ser soltado en arrastre oblicuos (45°) para muestreos de plancton (KRAMER) et al; 1972

- g) Verificar que la lectura del cuentacable sea cero metros.

1.2.2. Procedimiento para el arrastre.

Una vez que el barco se encuentra en la dirección apropiada, se da el orden de inicio del arrastre.

- a) La red debe descender a una velocidad tal, que se evite que ésta se enrede con el cable en el momento de entrar al agua. Así mismo deberá evitarse que las aletas del flujómetro giren antes de sumergirse y se anota la hora local del inicio del arrastre, en el espacio del punto 7.
- b) En el momento que la red cruza la superficie del mar, se pone en marcha el cronómetro y posteriormente, el cable se suelta a una velocidad de 50 m/min, hasta alcanzar la profundidad máxima deseada.
- c) Cuando la cantidad de cable ha sido soltada, el cronómetro se detiene en el momento de parar el winche (el tiempo de descenso es registrado en minutos y segundos, en el punto 8). Inmediatamente después el cronómetro se pone en marcha dejando transcurrir 20 segundos para la estabilización de la red, a la máxima profundidad.

d) Después de transcurrir los 30 segundos sin parar el cronómetro se procede a registrar el ángulo del cable a esa profundidad y se inicia la recuperación de la red, a una velocidad de 20 m/min. El ángulo es leído cada 10 metros y se registra en el espacio correspondiente (puntos 20, 21 y 22 del formato) o en los (puntos 20', 21' y 22') si se repite el arrastre en esa misma estación.

NOTA: se controla la velocidad del barco durante el descenso, tiempo de estabilización y el recobrado, con el fin de mantener el ángulo del cable a $45^{\circ} \pm 3^{\circ}$. Es esencial mantener el ángulo dentro de este rango para asegurar que la proporción de agua filtrada se mantenga durante todo el arrastre.

e) Cuando la red sale del agua se para el cronómetro y se anota el tiempo de recuperación en el punto 9 del formato y además se registran las lecturas de ambos flujómetros en el punto 13.

NOTA: Si los flujómetros no tienen interruptores automáticos en las aspas, el impulso de rotación de éstas debe ser detenido lo más pronto posible, después que cruzan la superficie del mar.

f) Sujetar los aros de la red a la altura del la

barandilla, con los colectores colgando hacia afuera de la borda del barco y se lava con una manguera con agua de mar para reunir todo en plancton en el colector.

NOTA: La presión del agua debe ser tal que permita el desprendimiento de los organismos atorados en la malla de la red, sin dañarlos.

g) Las redes son conducidas a bordo cuidando que la muestra no se derrame en la malla de ellas, se quitan los colectores y se transportan al laboratorio del barco.

h) Las lecturas iniciales de los flujómetros (punto 14), se restan a las registradas en el punto 13 y las diferencias se anotan en el punto 15, las cuales corresponden al número de revoluciones por arrastre para cada red.

NOTA: Si las lecturas de los flujómetros no están dentro de lo normal (de acuerdo a la calibración), el arrastre debe ser repetido. Una lectura demasiado alta, puede ser causada por exceso de velocidad del barco y paralelamente se registran ángulos muy altos y viceversa para una lectura baja. Las lecturas bajas también pueden ser causadas por obturación de la malla de la red, este efecto puede ser acumulativo si la red

no se enjuaga apropiadamente, entre una estación y otra. El arrastre no se repite si es ésta la causa, solamente se hace una anotación en el espacio de observaciones. Si los ángulos del cable están dentro del rango de lo normal, la red está limpia y el tiempo de arrastre está dentro de lo apropiado, y aún así la lectura sigue siendo baja, puede ser que las aspas del flujómetro hayan sido obstruidas durante una parte del arrastre; bajo estas condiciones el arrastre se repite. Si las lecturas continúan siendo fuera de lo normal y las causas mencionadas no se presentan, esto indica que el flujómetro no está funcionando correctamente, por lo tanto hay que cambiarlo y repetir el arrastre, haciendo la anotación correspondiente en el espacio de observaciones. Se recomienda no aceitar o engrasar los flujómetros ni hacerles ninguna reparación que altere la rotación de las aspas, ya que puede afectar seriamente los datos de calibración.

- i) Una vez efectuado un correcto arrastre, se avisa al puente de mando que puede proseguir rumbo a la siguiente estación (si no se va a efectuar otro tipo de muestreo).

1.2.3. Actividades en el laboratorio del barco.

- a) Cada muestra se vacía del colector a uno o más frascos

de boca ancha, de tamaño apropiado (generalmente se usan de un litro), se puede invertir el colector dentro del frasco y el plancton que se queda atorado en el colector se desprende usando una pisseta con agua de mar.

b) Se llena el frasco hasta sus tres cuartas partes con agua de mar e inmediatamente después la muestra se preserva con 50 ml de formol concentrado (para muestras de un litro) y se agregan 20 ml de solución saturada de borato de sodio, que actúa como solución amortiguadora contrarrestando la acidéz causada por la adición del formol.

c) Se añade agua de mar hasta llenar el frasco, se agrega la etiqueta interna (fig. 11), se tapa y se agita ligeramente para obtener una inmediata y uniforme preservación de los organismos.

NOTA: La etiqueta interna, debe ser de un material que no se deteriore o se borren los datos escritos en ella (se recomienda albanene). Algunos datos de ésta pueden ser llenados antes de llegar a la estación.

d) Para la fácil identificación de la muestra se pega una etiqueta externa en la tapa del frasco, que contenga los siguientes datos: clave del crucero y de estación,

INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA SCRIPPS	
COLECTA DE ZOOPLANCTON	
BARCO _____	CRUCERO _____
FECHA _____	HORA LOCAL _____
ESTACION _____	PROF. DE ARRASTRE _____ mts
DIAMETRO DE BOCA DE LA RED _____ mts	
LUZ DE MALLA _____ mm	TIPO DE ARRASTRE _____
NOMBRE DEL QUE PRESERVO _____	
OBSERVACIONES _____	

Fig. 11 Etiqueta interna para las muestras de plancton, tomado de Smith y Richardson (1977).

luz de malla de la red, No. de secuencia, la fecha y el número de frascos por muestra.

e) Se hacen las siguientes anotaciones en los espacios correspondientes del formato:

No. de frascos por muestra, tanto para malla regular, como para malla fina; volumen aproximado (cm^3) de

plancton por muestra y las iniciales de la persona que preservó y etiquetó la muestra.

f) Almacenar las muestras en un lugar apropiado dispuesto para ello.

g) Completar el llenado del formato de la siguiente forma: el tiempo total de arrastre (punto 10), el cual se obtiene sumando los puntos 8 y 9. Para un arrastre de 300 mts de cable, el tiempo total esperado debe ser de 21' 30" (6 minutos de descenso, 15' 30" de recobrado y 30" de estabilización).

NOTA: Si el tiempo total de arrastre difiere de 15 a 20 segundos del óptimo, se explica el motivo en la sección de observaciones.

El tiempo total de arrastre se suma al punto 6 y se registra en el punto 7 (horas/minutos/segundos).

Los datos de viento, estado del cielo, mar y oleaje se solicitan a la persona encargado de tomar los datos meteorológicos y se registran en los casilleros correspondientes.

El grado de obturación de la malla de la red, se aprecia visualmente y se corrobora mediante la detección de variaciones de los flujímetros.

NOTA: Cuando el grado de obturación es muy censo se

requerirá lavar la red, haciendo la anotación correspondiente en el espacio para observaciones.

La posición geográfica de la estación (puntos 17 y 18) puede ser registrada durante el arrastre o al final del crucero, utilizando la bitácora de posición de estaciones que lleva el capitán. El código de ocupación (punto 2), se llena al final del crucero, por el encargado del procesamiento automático de la información.

- ii) Por último se prepara el formato para la siguiente estación llenando los espacios 1, 3, 4, 5, 11, 12 y 14.

2. PROCESAMIENTO DE NUESTRAS Y DATOS.

2.1 Proceso de datos de temperatura y profundidad.

Para la determinación de la profundidad de la capa de mezcla y la capa de la termoclina, se utiliza el criterio descrito por Husby y Nelson (1982).

- a) La profundidad de la capa de mezcla es definida, por el límite superior al primer intervalo de cinco metros, en donde el gradiente de temperatura ($\Delta T / \Delta z$, "z" profundidad positiva hacia abajo) excede de -0.3 C por 5 metros (-0.06 C/m).

b) La temperatura de la capa de mezcla es la registrada en la profundidad máxima de esta capa.

c) Para la determinación de la profundidad media de la termoclina, se encuentra el nivel superior e inferior y se obtiene el nivel medio entre éstos. El nivel superior de la capa de la termoclina se define por el nivel superior del primer intervalo de profundidad de cinco metros, por debajo de la profundidad de la capa de mezcla, en donde el gradiente de temperatura excede de -0.20 C/m.

El nivel inferior de la termoclina se define, por el nivel superior a dos intervalos sucesivos de cinco metros, en donde el gradiente de temperatura no excede de -0.1 C/m.

d) La temperatura promedio en la capa de la termoclina se obtiene promediando todas las temperaturas registradas dentro de esa capa.

2.2 Analisis de muestras de plorcion.

Las muestras se analizan con la radiación de neutrones de 0.025 ev, con los dispositivos para la detección de neutrones rápidos de 0.025 ev; la muestra se analiza en un reactor de la estación de muestreo de Puerto Padre.

de las 200 millas de la costa o si el volumen de plancton es inferior a 26 ml, en su defecto se analiza una alícuota correspondiente al 50% de la muestra, (Stauffer y Charter, 1982). Posteriormente se procede a la identificación, separación, conteo y medición de los huevos y larvas de anchoveta. Para la identificación de los huevos se consideran las dimensiones de los ejes longitudinal y transversal y para las larvas sus caracteres merísticos (número de vértebras, no. de radios en las aletas y branquioespinas).

2.3. Estandarización de datos de plancton.

Dado que se filtran diferentes volúmenes de agua durante cada arrastre se efectúa la transformación del número de huevos o larvas por arrastre oblicuo, a número de huevos o larvas por unidad de superficie de mar; esto con objeto de hacer comparables los resultados para lo cual se utiliza la ecuación básica reportada por (Smith y Richardson, 1977):

$$C = 10^{-1} (a^{-1} b^{-1} cd)$$

Donde: "C" es el número de larvas por unidad de área estandar.

"a" es el área de la boca de la red, en m².

"b" es la longitud de arrastre en metros.

"c" es el número de huevos o larvas en la muestra.

"d" es la máxima profundidad, hasta donde se efectúa el arrastre.

"10" es la constante de unidad de área estándar (10 m^2).

El valor "a" es obtenido con la ecuación del círculo.

El valor "b" se obtiene con la siguiente ecuación:

$$b = fr$$

Donde: "f" es el factor de calibración (m/rev) del flujómetro y "r" es el No. de revoluciones registradas por el flujómetro durante el arrastre.

El valor "c" corresponde al número de larvas o huevos existentes en la muestra.

El valor "d" es calculado con la siguiente ecuación:

$$d = w \cos (\tan^{-1} \bar{T})$$

Donde: "w" es la longitud máxima de cable (en metros) soltado durante el arrastre.

" \bar{T} " es la tangente promedio de los ángulos de cable, registrados durante el recobrado de la red.

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{tang } \theta$$

" θ " es el ángulo del cable.

3. ESTIMACION DE CENSOS LARVALES.

3.1. Censo larval regional.

El censo larval regional consiste en el número promedio de larvas por área estándar (10 m² de superficie de mar), de todas las estaciones efectuadas dentro de una región, para un trimestre al año, multiplicado por el número de áreas estándar dentro de la región (factor de área). (Smith, 1972).

El procedimiento para calcular el censo larval regional (L_R) consiste en:

- a) Agrupar por región el número estandarizado de larvas (c), obtenidas por estación durante cada crucero, para obtener los siguientes valores:

$\sum c$ = suma total de larvas dentro de cada región por crucero.

N = número de estaciones muestreadas dentro de la región.

N_L = número de estaciones positivas (con presencia de larvas) dentro de la región.

- b) La agrupación de éstos valores por trimestre, de acuerdo a la temporada en que se efectúa el crucero para obtener los valores trimestrales:

$\sum c_T$ = suma de los valores de $\sum c$

N_T = suma de los valores de N

N_{LT} = suma de los valores de N_L

- c) Encontrar el número promedio de larvas de las estaciones positivas de cada región durante un trimestre (\bar{C}), aplicando la siguiente ecuación:

$$\bar{C} = \frac{\sum C_T}{N_{LT}}$$

- d) Calcular la proporción de estaciones positivas dentro de c/región mediante:

$$P = \frac{N_{LT}}{N_T}$$

- e) Finalmente la obtención del censo larval regional (L_R) mediante:

$$L_R = A \times 10^9 (P \bar{C})$$

Donde: $A \times 10^9$ es el factor de área de la región.

3.2 Censo larval anual.

Para la obtención del censo larval anual (L_A) a partir de censos larvales de invierno y primavera, se utiliza la ecuación de regresión obtenida por Stauffer y Parker (1980), la cual se basa en los censos larvales anuales de anchoveta,

recopilados por "CALCOFI" desde 1951 hasta 1975:

$$L_A = 1.062 Lws + 1,743 \times 10^9$$

Donde: "L_A" es el censo larval anual de anchoveta
 "Lws" es la suma de los censos larvales.
 invierno-primavera.

4. ESTIMACION DE LA BIONASA DE REPRODUCTORES.

La biomasa de reproductores de anchoveta (B_a), es estimada por medio de la ecuación de regresión obtenida por (Smith, 1972):

$$B_a = 9.8 \times 10^{-8} L_A$$

Donde: "B_a" es la estimación anual de biomasa de reproductores de anchoveta en toneladas cortas.
 "L_A" es el censo larval anual de anchoveta.

NOTA: Para convertir a toneladas métricas se multiplica "B_a" por: 0.9072.

IV. R E S U L T A D O S

1. CENSOS LARVALES

1.1. Censos larvales regionales.

En la tabla 2 se presentan los números de larvas de anchoveta estandarizados, de las estaciones de muestreo realizadas en los cuatro cruceros, agrupados regionalmente; así como también las sumas de dichos números, el número de estaciones muestreadas y el número de estaciones positivas, para cada uno de los cruceros.

Estos resultados muestran claramente que la mayor abundancia de las larvas de anchoveta se presenta en los cruceros 02 y 04, los cuales se efectuaron dentro del período febrero- marzo y abril, en comparación con los cruceros 01 y 05, realizados en los meses de enero y junio respectivamente. También es notable que en la región "11" es donde se registró un mayor número de estaciones positivas y resaltando en ésta la mayor abundancia larval en comparación a las regiones 13 y 14.

En la tabla 3 se presenta la agrupación trimestral para cada región de: el total de estaciones muestreadas, estaciones positivas, número total de larvas, número promedio de larvas por estación positiva, proporción de estaciones

Cuadro N° 2 Numero de Larvas de Anchovela estandarizados a 10 m² de superficie de mar, por crucero y regiones. Los * indican estacion NO muestreada, y "0" estacion SIN larvas.

REGION 11					REGION 13					REGION 14				
CLAVE DE ESTACION	CRUCERO				CLAVE DE ESTACION	CRUCERO				CLAVE DE ESTACION	CRUCERO			
	01	02	04	05		01	02	04	05		01	02	04	05
97-29	13	112	1814	413	97-45	10	0	6671	229	97-70	0	141	0	0
97-30	131	346	2282	329	100-45	0	15	0	5	97-80	0	0	9	C
97-32	5	827	7050	74	100-50	0	0	0	0	97-90	0	0	35	C
97-35	94	985	4349	39	100-60	0	15	0	0	100-70	0	0	0	0
97-40	0	5	4744	21	103-45	0	0	135	0	100-80	0	13	0	0
100-29	0	2664	6520	87	103-50	0	5	1360	6	100-90	0	0	9	0
100-30	0	2736	15719	239	103-60	0	0	20	0	103-70	0	0	0	0
100-35	0	544	2777	171	107-45	0	51	543	0	103-80	0	0	0	0
100-40	0	1557	912	10	107-50	0	0	149	0	103-90	*	*	*	0
103-29	6	489	2608	11	107-60	0	36	0	43	107-70	0	0	0	0
103-30	4	2184	10023	83	110-50	5	34	0	0	107-80	0	0	0	0
103-35	0	15	637	0	110-60	0	130	279	0	107-90	*	*	*	0
103-40	0	0	12108	0	113-50	*	15	*	*	110-70	0	0	5	C
107-31	64	403	5418	0	113-60	*	*	*	*	110-80	0	56	0	0
107-32	106	947	2267	71	117-60	*	*	*	*	110-90	*	*	*	*
107-35	107	4157	5437	11	-	-	-	-	-	113-70	*	*	*	*
107-40	21	4837	1212	0	-	-	-	-	-	113-80	*	0	*	*
110-32	19	1203	214	81	-	-	-	-	-	113-90	*	*	*	*
110-35	0	326	3556	72	-	-	-	-	-	117-70	*	*	*	*
110-40	0	47	567	0	-	-	-	-	-	117-80	*	*	*	*
110-45	0	25	43	60	-	-	-	-	-	117-90	*	*	*	*
Total de larvas (Σc)	570	24409	90253	1772	ΣC	15	301	9157	283	ΣC	0	210	58	0
Estaciones Muestreadas(N)	21	21	21	21	N	12	13	12	12	N	12	13	12	14
Estaciones positivas(N _L)	11	20	21	16	N _L	2	8	7	4	N _L	0	3	4	0

Σ C = Suma total de larvas dentro de cada Region por Crucero.
 N = Numero de estaciones muestreadas dentro de la Region.
 N_L = Numero de estaciones positivas.

Cuadro N° 3 Censos Larvales Regionales de Anchovela (L_R) trimestrales por Region y totales por trimestre invierno y primavera

Region 11 Factor de Area 3.821 X 10 ⁹						
Trimestre anual	N _T	N _{LT}	ΣCT	C	P	L _R (10 ⁹)
Invierno	42	31	24979	805.77	.74	2278.35
Primavera	42	37	92025	2487.16	.88	9363.03
Region 13 Factor de Area 7.448 X 10 ⁹						
Invierno	25	10	316	31.60	.40	94.14
Primavera	24	11	9440	858.18	.46	2940.19
Region 14 Factor de Area 11.168 X 10 ⁹						
Invierno	25	3	210	70.00	.12	93.81
Primavera	26	4	58	14.50	.15	24.29
Censo Larval Regional total para el trimestre Invierno 2,466.30						
Censo Larval Regional total para el trimestre Primavera 11,327.51						

"N_T" suma de valores de N
 "ΣCT" suma de valores de Σc
 "N_{LT}" suma de valores de N_L
 "C" promedio del numero de larvas de las estaciones positivas
 "P" proporcion de estaciones positivas en relacion a los muestreados dentro de cada region
 "L_R" censo Larval Regional, en numero de Larvas x 10⁹

positivas y los censos larvales regionales.

Los resultados de los censos larvales regionales, muestran que este índice es notablemente mayor en la región "11" en comparación con las regiones 13 y 14; y que a su vez son mayores los censos larvales en primavera que en invierno en las regiones 11 y 13, no siendo así en la región 14 en donde es ligeramente mayor en invierno que en primavera.

La estimación del censo larval para la temporada de invierno fue de 2466.3×10^9 larvas y para la de primavera de $11,327.4 \times 10^9$ larvas, siendo evidente que ésta última es mayor de cuatro veces que la de invierno.

1.2. Censo larval anual.

La estimación del censo larval anual (L_A) se obtuvo a partir de los censos larvales regionales por trimestre resultantes y aplicando la ecuación de regresión obtenida por Stauffer y Parker., (1980):

$$L_A = 1,062 Lws + 1,743 \times 10^9 \text{ larvas}$$

Donde: $Lws = Lw + Ls$, (censo larval de invierno y primavera).

$$Lw = 2,466.3 \times 10^9 \text{ larvas. , (censo larval de invierno).}$$

$$Ls = 11,327.5 \times 10^9 \text{ larvas, (censo larval de primavera).}$$

Entonces: $Lws = 13,793.8 \times 10^9$ larvas.

Por lo tanto el censo larval anual (L_A) es:

$$L_A = (1.062) (13,793.8 \times 10^9) + (1743 \times 10^9)$$

$$L_A = 16,392.0 \times 10^9 \text{ larvas de anchoveta}$$

2. ESTIMACION DE BIOMASA DE REPRODUCTORES.

La estimación de la biomasa reproductora de anchoveta (B_a) para el año de 1981, se obtuvo mediante la ecuación de regresión desarrollada por Smith (1972):

$$B_a = 9.8 \times 10^{-8} L_A.$$

Donde : $L_A = 16,392.0 \times 10^9$ larvas (censo larval anual).

Por lo que:

$$B_a = 9.8 \times 10^{-8} (16,392.0 \times 10^9)$$

$$B_a = 1,606,417.5 \text{ toneladas cortas}$$

Lo que es igual 1,457,020.7 toneladas métricas.

3. DISTRIBUCION DE LA ABUNDANCIA DE LOS PRODUCTOS DEL DESOVE.

La abundancia relativa de huevos y larvas se muestra en la figura "12", en la cual se observa que en la temporada de enero fueron más abundantes los huevos que las larvas; para febrero-marzo, abril y junio se presentó mayor abundancia de las larvas y durante las temporadas de febrero-marzo y abril se detectó la mayor abundancia de ambos, en comparación con enero y junio.

La abundancia relativa de las larvas con respecto a su talla se muestra en las (Figs. 13, 14, 15, y 16) de acuerdo a la temporada en que se efectuó el crucero. Donde podemos observar que existe un decremento de tendencia exponencial de las larvas respecto a su talla; excepcionalmente en la temporada de junio (Fig. 16) en donde se presentaron dos máximos, uno en la talla 2.5 mm y el otro en la talla 6.75 mm.

En la temporada de enero, el rango de tallas abarca de los 2.5 mm a 6.75 mm; en febrero-marzo se representan tallas desde los 2.5 mm hasta los 15.75 mm; en abril sus tallas van de los 2.5 mm hasta 17.75 mm. y en junio de los 2.5 mm a los 16.75 mm.

La distribución de la abundancia relativa de larvas se muestra en las (Figs. 17, 18, 19 y 20). Para la temporada de enero (Fig. 17), su ocurrencia fué regionalizada, una región se localizó frente a las costas de Tijuana, extendiéndose hasta el norte de Ensenada y hacia afuera de la costa, hasta aproximadamente 150 millas náuticas y su mayor concentración en la zona costera; otra región se registró frente a las costas de San Quintín, extendiéndose de Cabo Colonett a Cabo Antonio y hasta 60 millas náuticas hacia afuera de la costa, prevaleciendo su mayor concentración en las partes más costeras.

En la temporada de febrero-marzo (Fig.18), la distribución fué más amplia, abarcando la mayor parte del área de estudio, en este período la mayor concentración

ocurrió en la parte costera y hasta aproximadamente las 80 millas náuticas de la costa; observándose un repliegue costero a la altura de Cabo Colonett; también se detectaron dos focos con menores concentraciones alejados de la costa y separados por la parte intermedia del área de estudio, en la cual no se registraron larvas.

Para la temporada de abril (Fig.19), la distribución se extiende a lo largo de la región costera del área de estudio, notándose que en la parte norte ésta es menos alejada de la costa que en el sur, alrededor de 120 y 170 millas náuticas respectivamente, así como la aparición nuevamente del repliegue costero entre Ensenada y Cabo Colonett, registrándose además pequeños focos de mayor concentración dentro de la zona de distribución.

En la temporada de junio (Fig.20), se reduce en gran parte la distribución de larvas, prevaleciendo una franja paralela a la costa, así como el repliegue costero en la zona intermedia del área de estudio, ocurriendo la mayor concentración en la región norte (dentro de la porción comprendida desde Tijuana y al norte de Cabo Colonett); en la parte sur se localiza un foco de menor concentración distante de la costa.

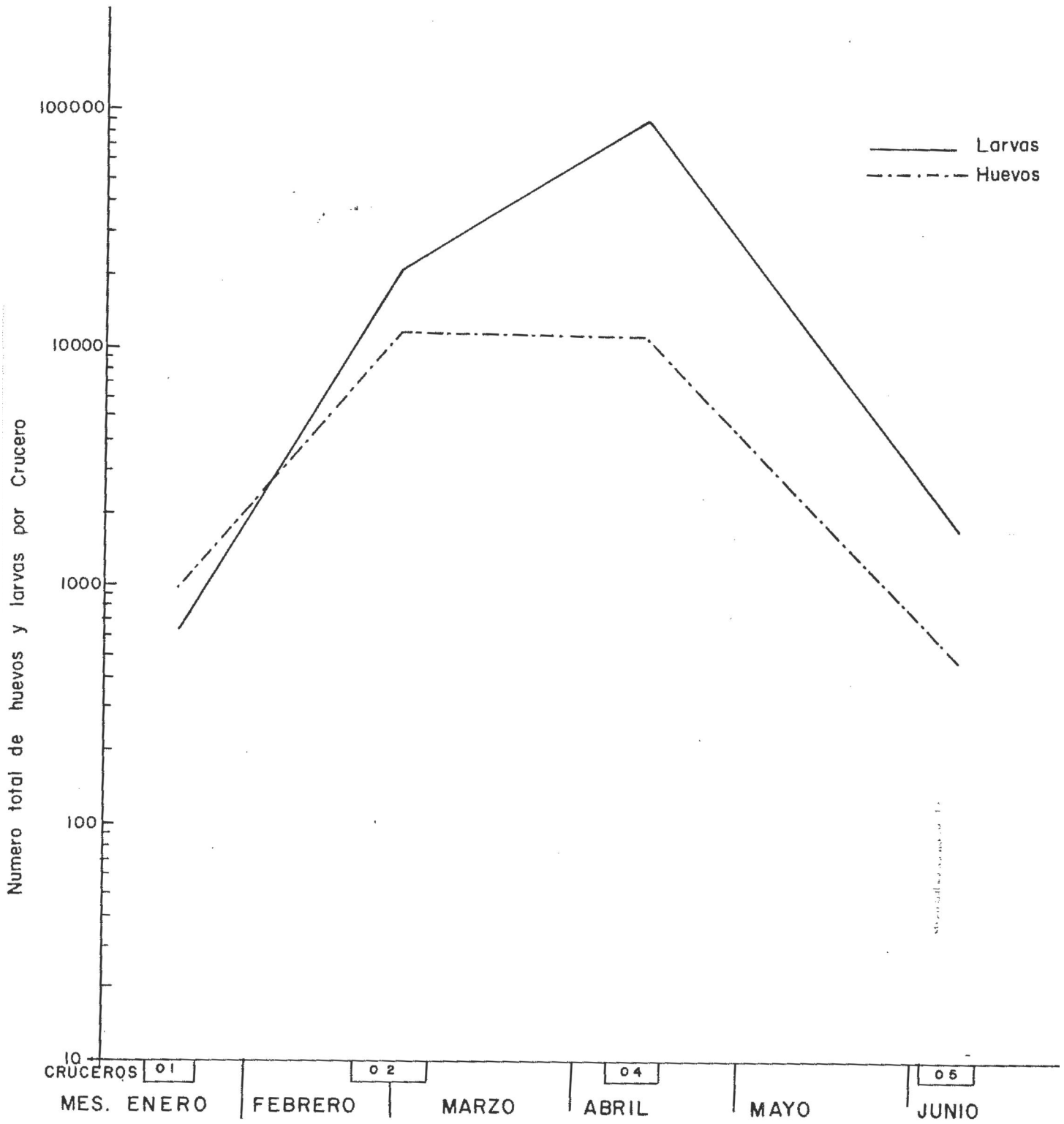


Fig. 12 Abundancia Relativa (Nº por 10m²) de huevos y larvas de Anchoveta de enero a junio de 1981.

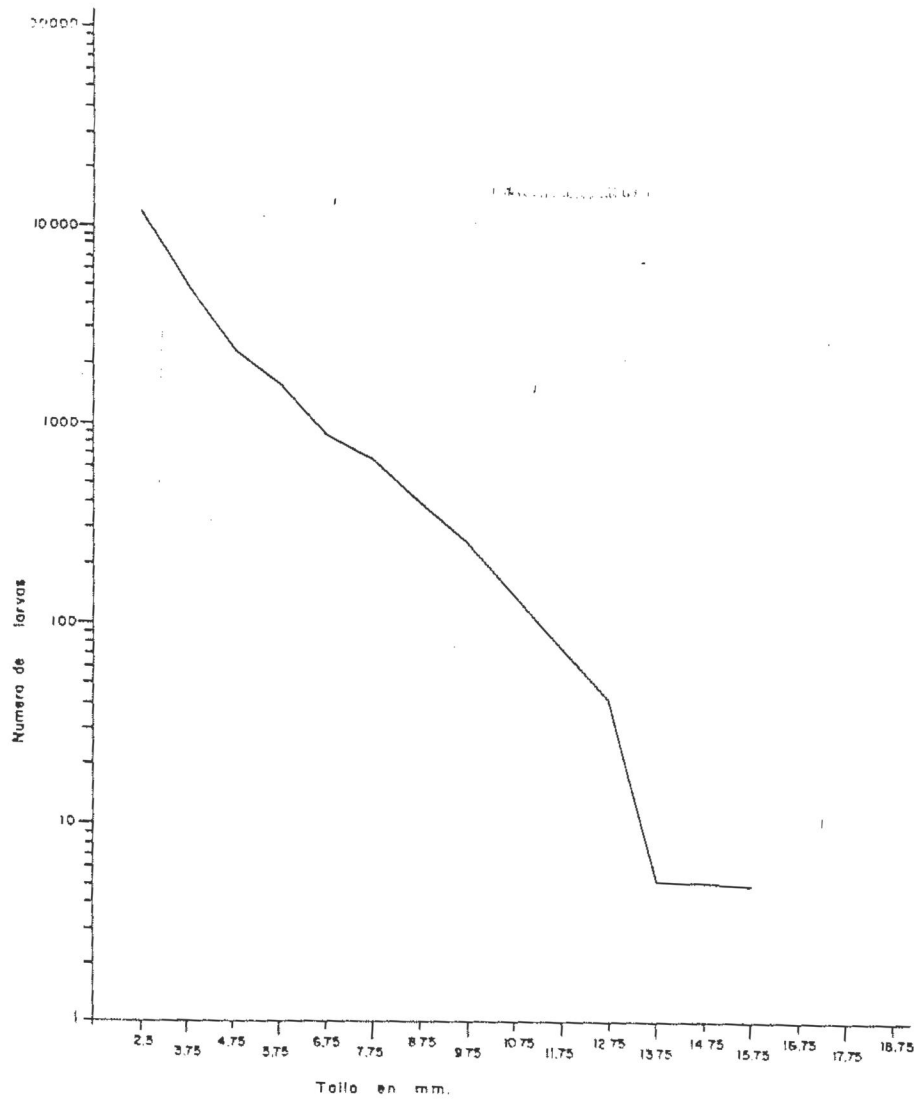


Fig. 14 Abundancia relativa por talla ($N^2/10m^2$ de superficie de mar) de larvas de Anchoveta, en febrero/marzo de 1981.

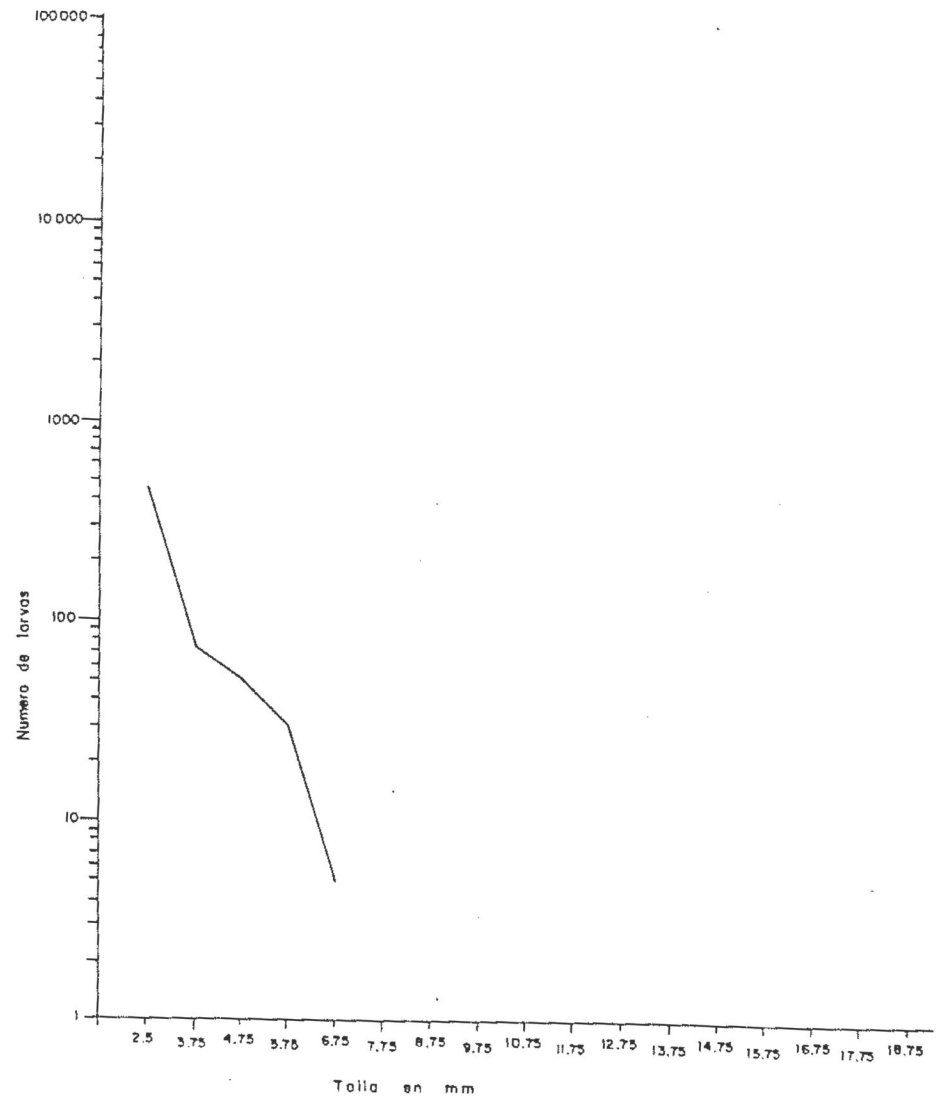


Fig. 13 Abundancia relativa por talla ($N^2/10m^2$ de superficie de mar) de larvas de Anchoveta en enero de 1981.

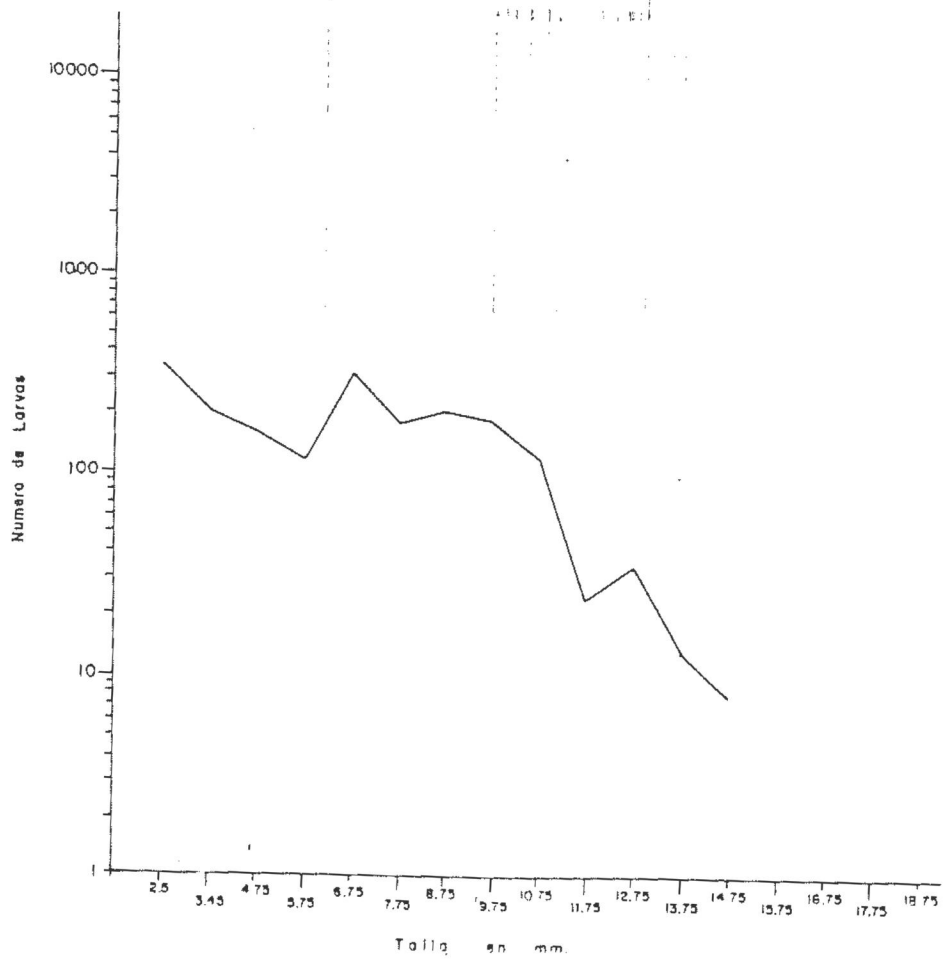


Fig. 16 Abundancia relativa por talla ($N^{\circ}/10m^2$ de superficie de mar) de larvas de Anchoveta, en junio de 1981.

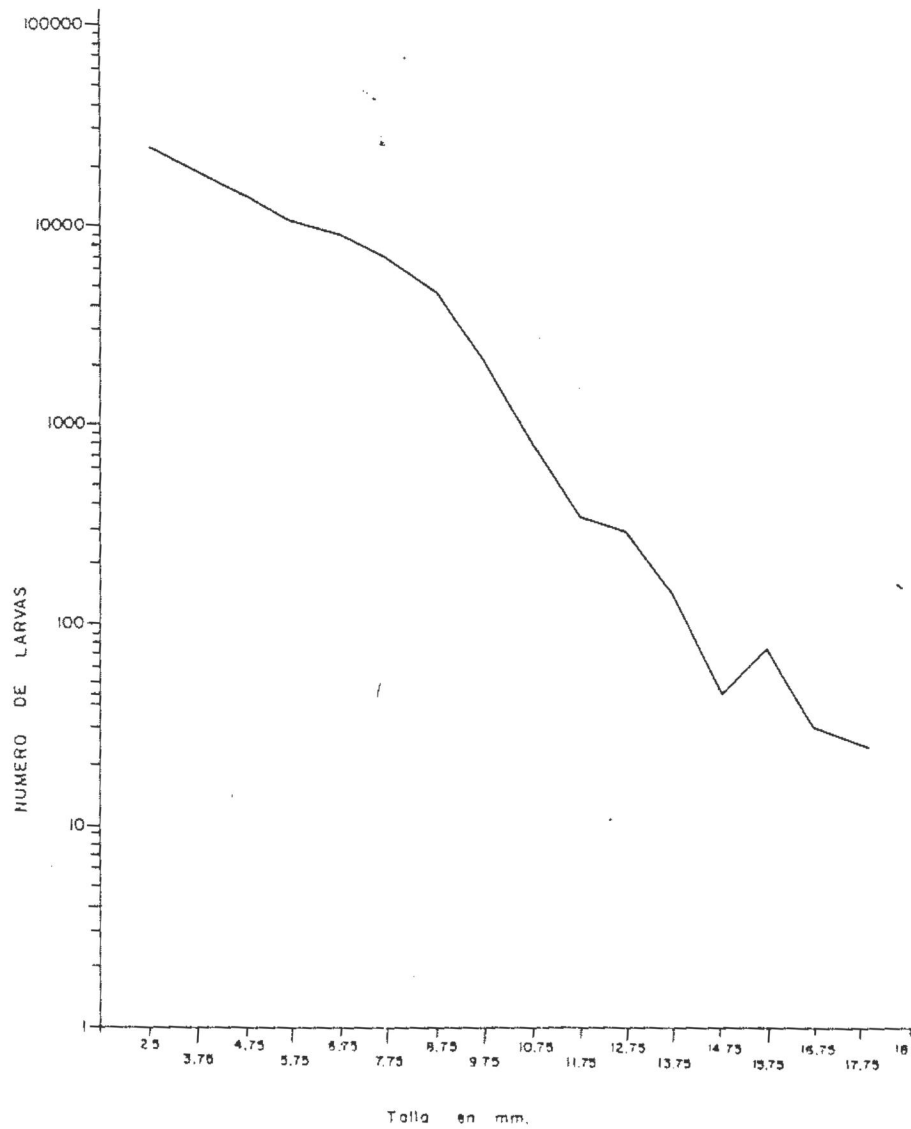
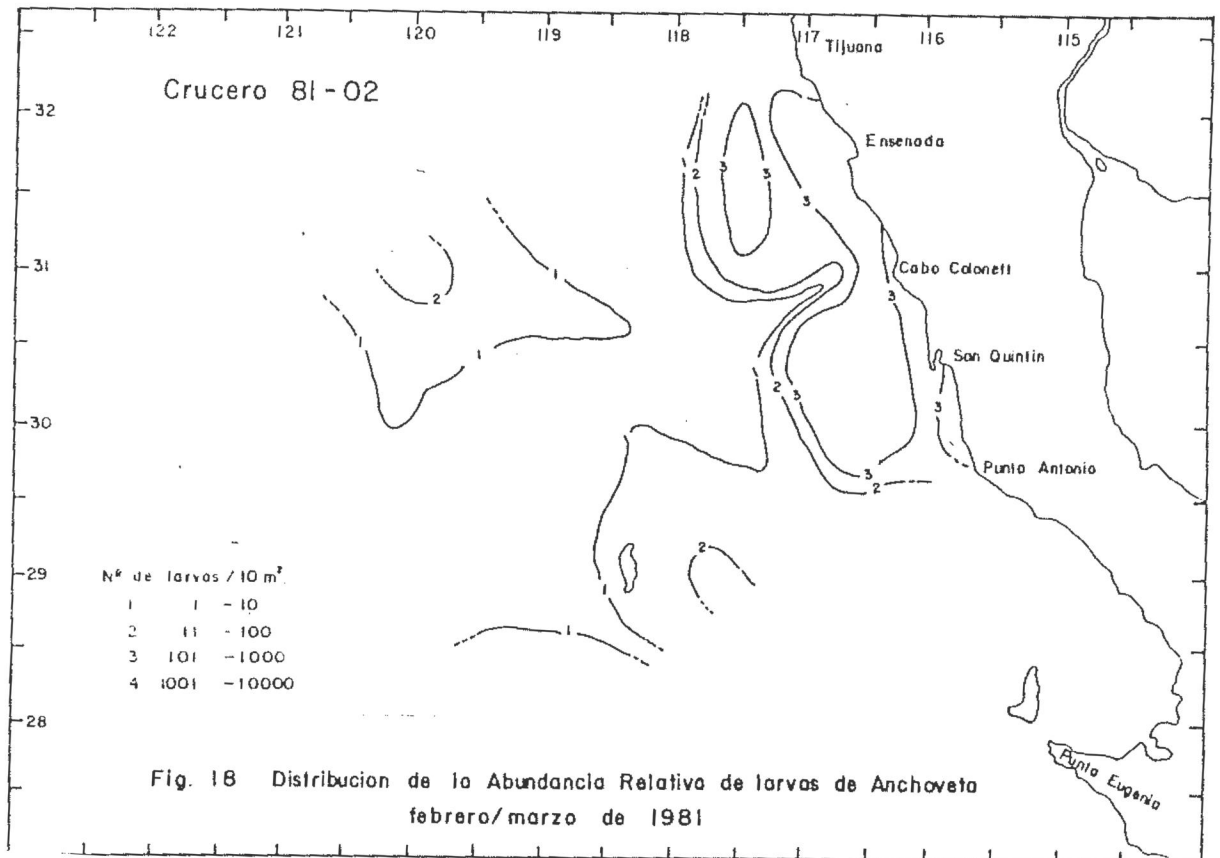
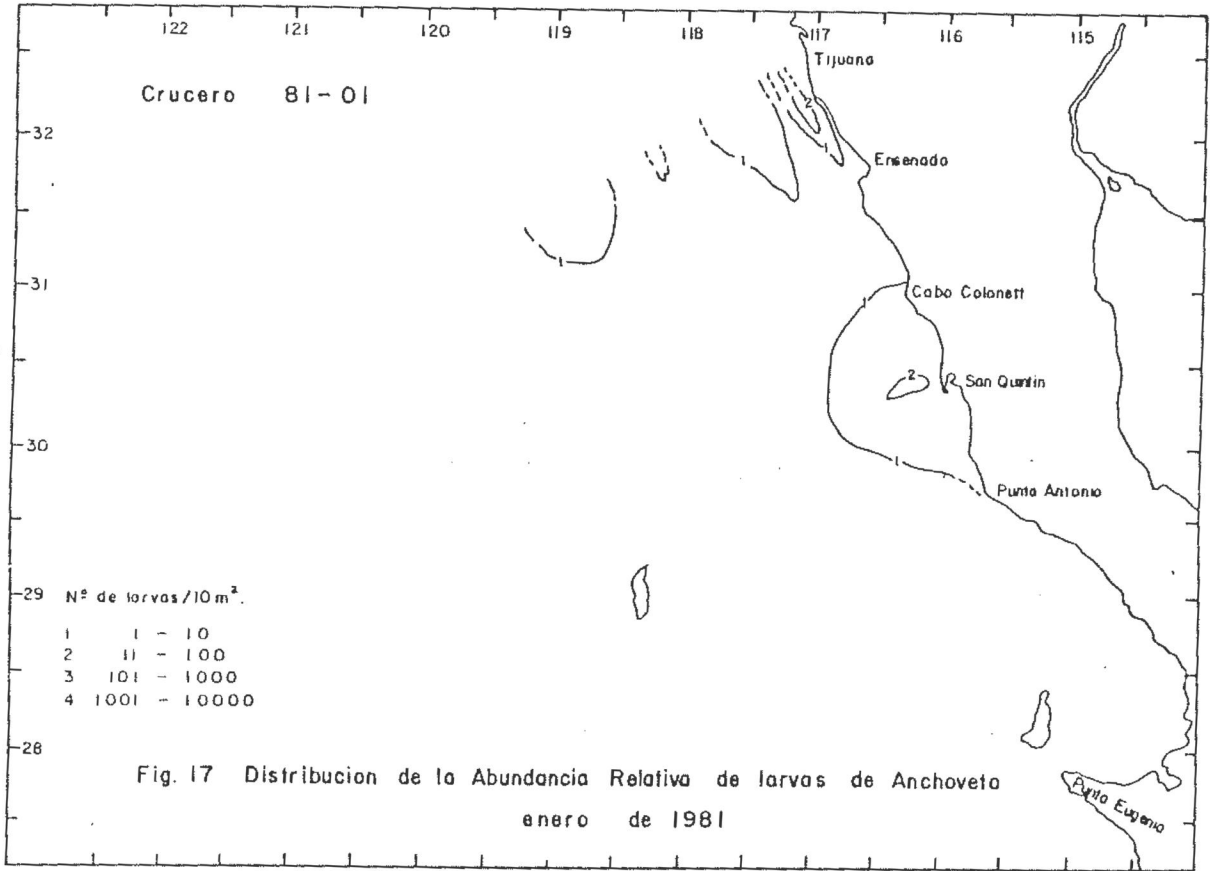
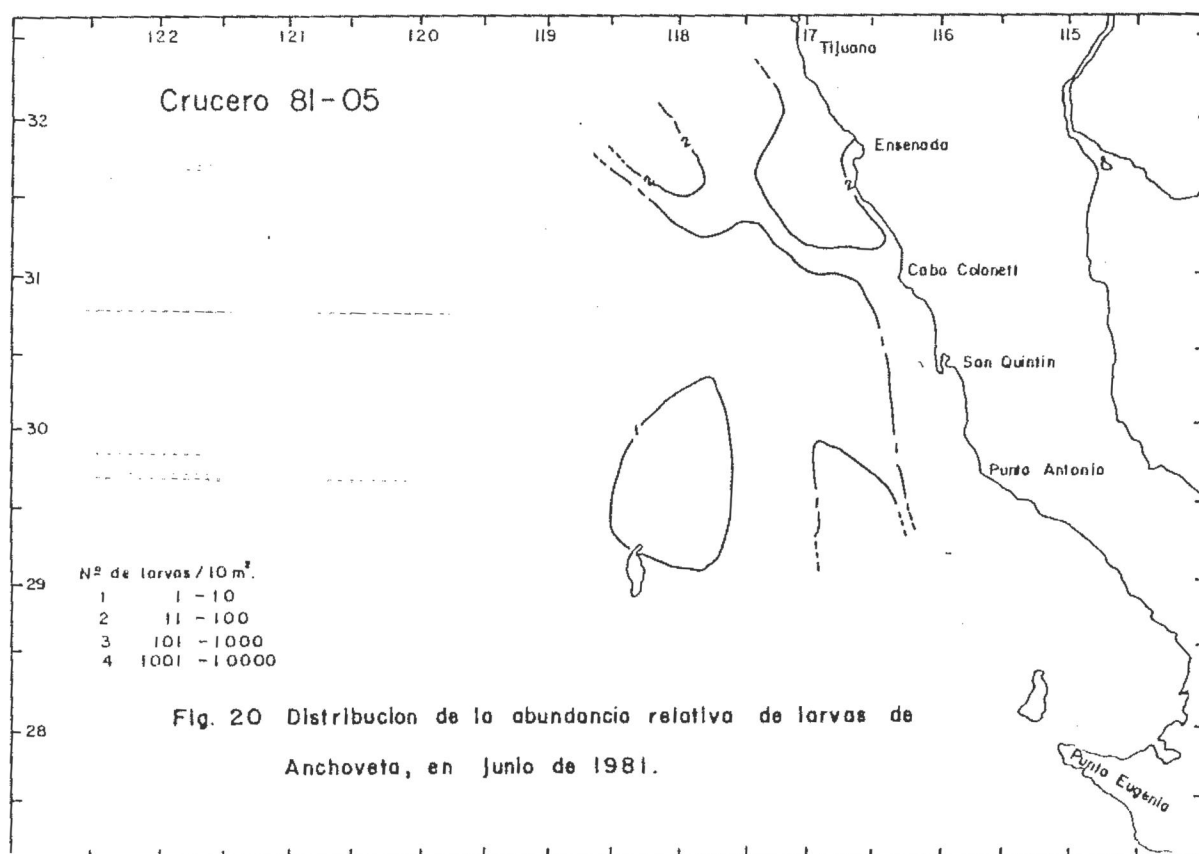
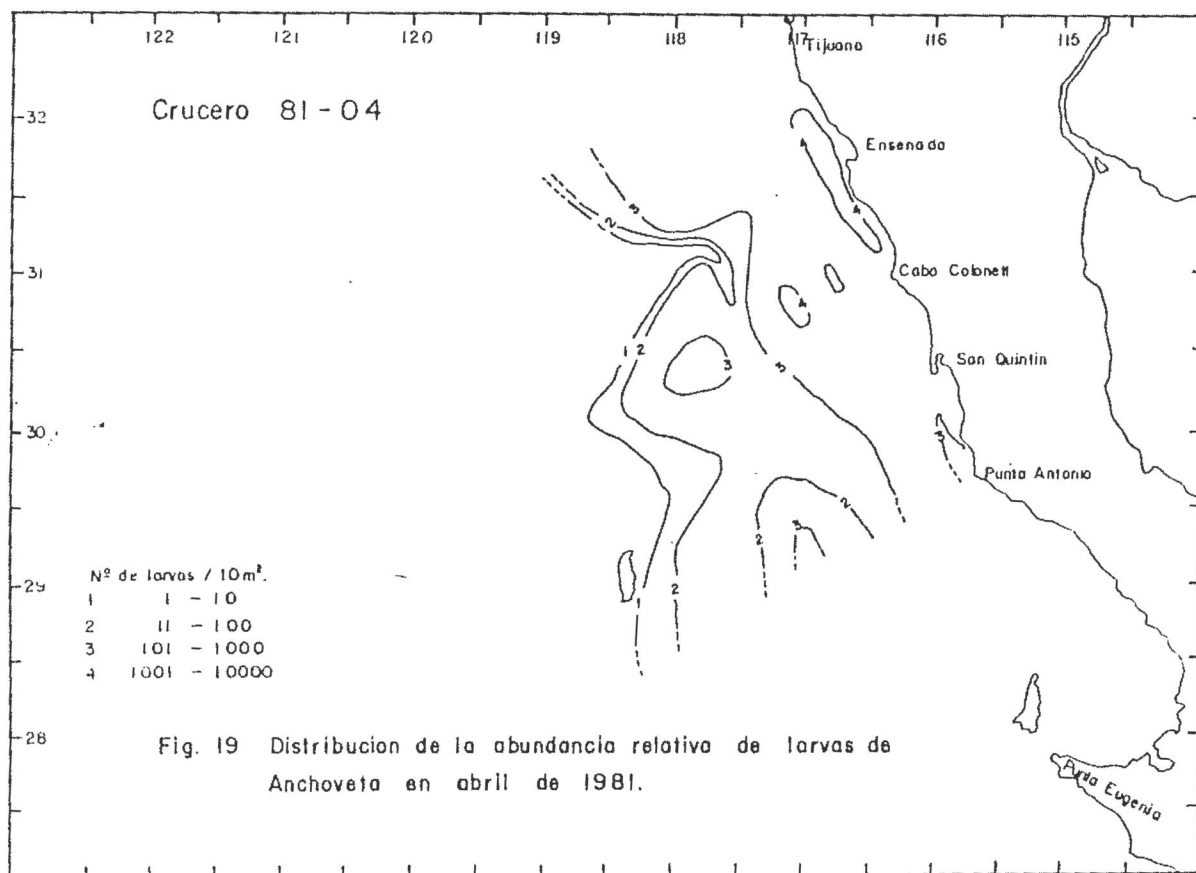


Fig. 15 Abundancia relativa por talla ($N^{\circ}/10m^2$ de superficie de mar) de larvas de Anchoveta, en abril de 1981.





4. BATIMETRIA Y TEMPERATURA DE LA CAPA DE MEZCLA Y DE LA TERMOCLINA PROMEDIO.

En la tabla 4 se presentan las profundidades (m) y temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) de la capa de mezcla, así como las profundidades medias (m) y temperaturas promedio ($^{\circ}\text{C}$) de la termoclina. Dicha información fué captada únicamente a lo largo de las líneas 100 y 110 del plan básico de estaciones CALCOFI (norte y sur del área de estudio respectivamente) para los cruceros 01, 02 y 04 y solamente en el crucero 05 se registraron en toda el área de estudio, por lo que únicamente se describe lo encontrado en éste último crucero.

4.1. Batimetría y temperatura de la capa de mezcla.

La batimetría y temperatura de la capa de mezcla en la temporada de junio (crucero 05) se presenta en las Figs. 21 y 22, en donde se observa que la profundidad de la masa de agua que conforma la capa de mezcla, presenta un gradiente en profundidad hacia afuera de la costa, muy pronunciado en la parte intermedia de la zona costera del área de estudio (0 a 50 metros de profundidad), asociado con un gradiente intenso de temperatura ($>18^{\circ}\text{C}$ a $>15.5^{\circ}\text{C}$), disminuyendo dicho gradiente de profundidad (50 a 60 mts de profundidad) en una zona extensa en dirección "NW"; asociado con un gradiente de temperatura bajo (15.5°C a 16.5°C).

En la zona sur del área de estudio se presenta un gradiente bajo de profundidad (0 a 30 mts) en casi toda el

área, con un gradiente de temperatura bajo (17°C a 17.5°C) intensificándose el gradiente de profundidad (50 a 80 mts) en la parte intermedia del área alejada de la costa con un gradiente de temperatura de (17.5°C a 16°C)

4.2. Batimetría y temperatura de la termoclina.

La batimetría de la profundidad promedio y temperatura promedio de la termoclina se ilustra en las Figs. 23 y 24, presentando un patrón de comportamiento en lo general, similar al de la capa de mezcla, observándose el gradiente de profundidad intenso en la parte intermedia de la zona costera del área de estudio, con un gradiente de temperatura de (14°C a 13°C) y disminuyendo el gradiente de profundidad (80 a 100 m) en la misma zona que la capa de mezcla, asociado con un gradiente de temperatura de (13°C a 12°C) y en la parte sur del área, un gradiente de profundidad relativamente bajo hacia afuera de la costa, asociado - con temperaturas intermedias entre (13°C y 14°C).

Cuadro N° 4 Datos de temperatura y profundidades en la capa de mezcla y termoclina por estacion y por crucero.

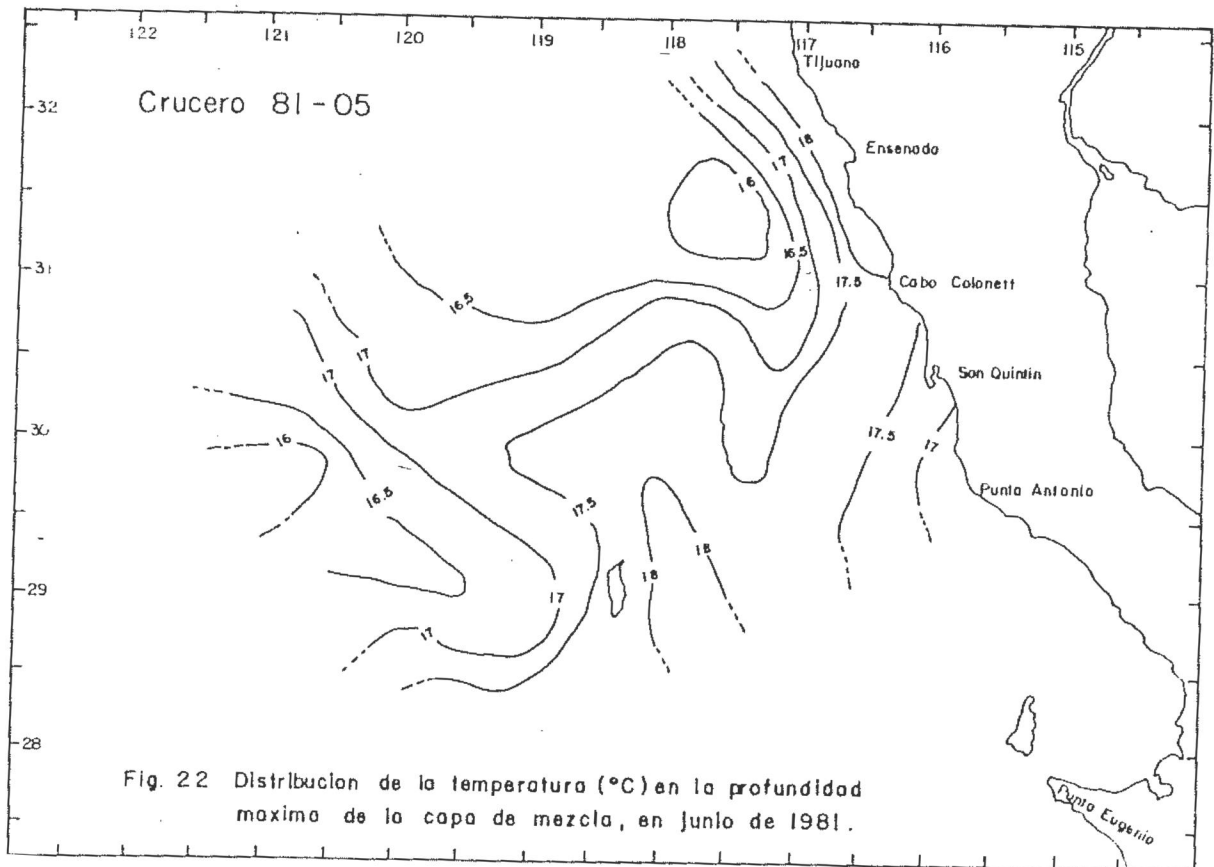
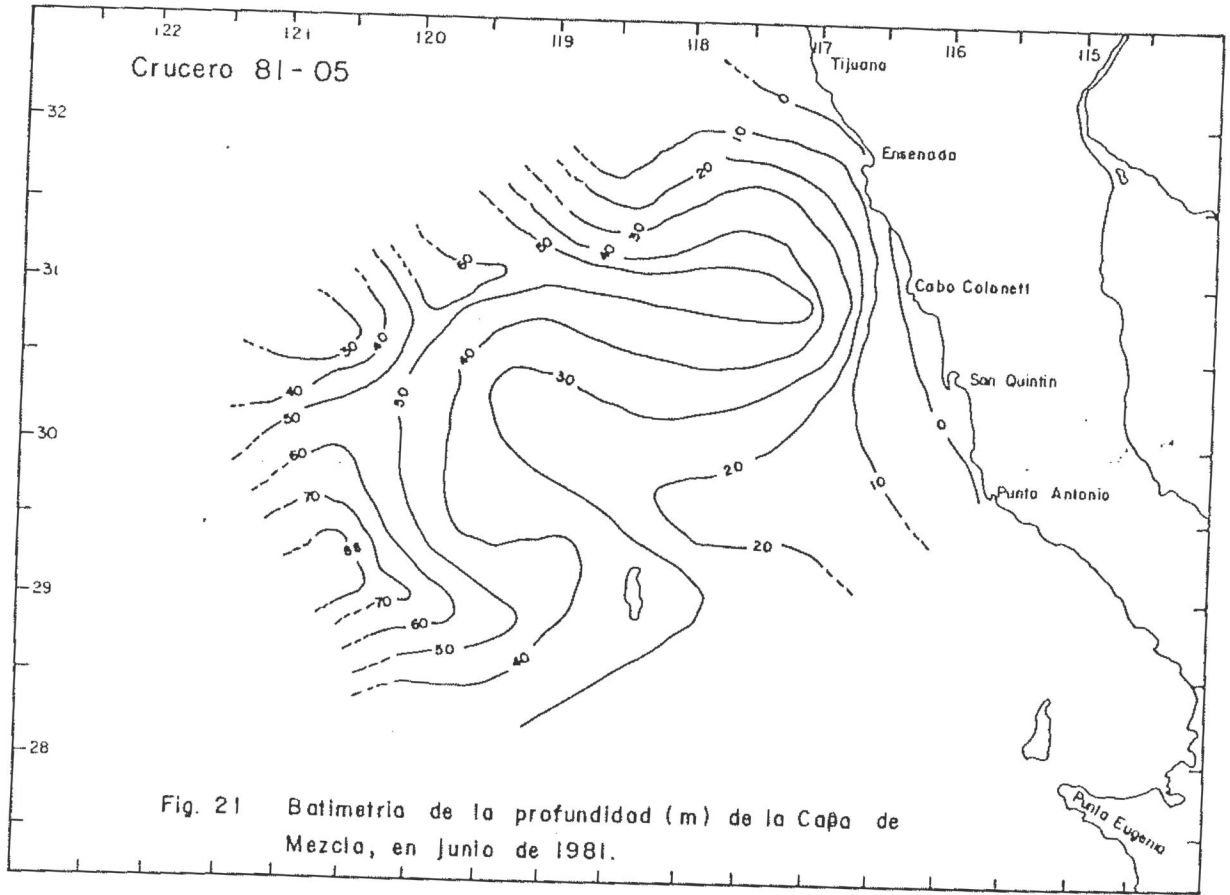
CRUCERO 81-01					CRUCERO 81-05				
ESTACION	a	b	c	d	ESTACION	a	b	c	d
100-29	33	15.42	37	15.18	97-30	0	18.68	20	14.46
100-30	32	15.87	44	15.24	97-40	10	16.35	35	13.70
100-35	46	15.99	72	13.87	97-50	10	16.17	60	13.64
100-40	44	15.60	65	13.13	97-60	50	16.17	95	12.83
100-50	34	16.75	53	14.80	97-70	60	16.54	115	12.62
100-60	51	16.26	90	13.41	97-80	30	17.15	95	12.73
100-70	38	16.28	65	13.19	97-90	40	16.79	95	12.51
100-80	71	15.26	99	13.00	97-100	90	16.28	135	12.72
100-90	63	17.33	109	13.31	100-30	10	18.56	35	13.80
110-32	10	16.22	19	15.76	100-40	40	15.62	80	12.65
110-35	40	16.46	84	13.39	100-50	50	16.29	90	12.95
110-40	43	17.25	77	13.93	100-60	40	16.50	85	13.67
110-45	53	15.62	88	13.16	100-70	30	16.77	85	13.00
110-50	35	16.57	65	14.32	100-80	50	17.04	95	13.34
110-60	52	16.60	75	14.32	100-90	70	15.86	115	12.82
110-80	66	16.91	104	13.49	103-30	0	18.13	30	14.54
CRUCERO 81-02					103-40	50	16.48	95	12.79
100-29	48	14.76	55	13.50	103-50	40	17.79	80	13.69
100-30	48	14.41	54	13.65	103-60	30	17.62	75	12.51
100-35	25	15.43	57	12.95	103-70	30	17.54	80	13.21
100-40	32	15.36	55	13.07	103-80	40	16.81	105	12.81
100-45	41	16.21	79	12.98	103-90	80	16.45	130	12.82
100-50	46	15.90	81	12.77	106-32	0	17.48	20	13.87
100-60	32	16.17	62	13.85	106-40	10	17.79	65	13.68
110-32	3	16.21	24	14.78	106-50	20	17.33	60	13.63
110-35	31	16.06	60	13.41	106-60	20	18.27	60	14.46
110-40	36	16.29	66	13.95	106-70	40	17.07	70	13.61
110-45	41	16.80	81	14.23	106-80	50	16.51	90	13.23
110-50	52	15.94	86	13.82	106-90	40	17.24	100	13.48
110-60	46	16.72	65	14.72	110-32	0	16.88	20	13.94
CRUCERO 81-04					110-40	10	17.14	55	13.00
100-29	3	14.00	11	13.00	110-50	20	17.69	45	13.61
100-30	2	14.32	8	12.32	110-60	30	18.09	75	13.03
100-35	33	15.51	59	12.50	110-70	30	17.95	85	12.92
100-40	45	15.37	78	12.46	110-80	30	17.81	85	13.14
110-32	14	13.71	24	13.15					
110-35	19	15.70	72	13.41					
110-40	51	16.16	78	12.94					

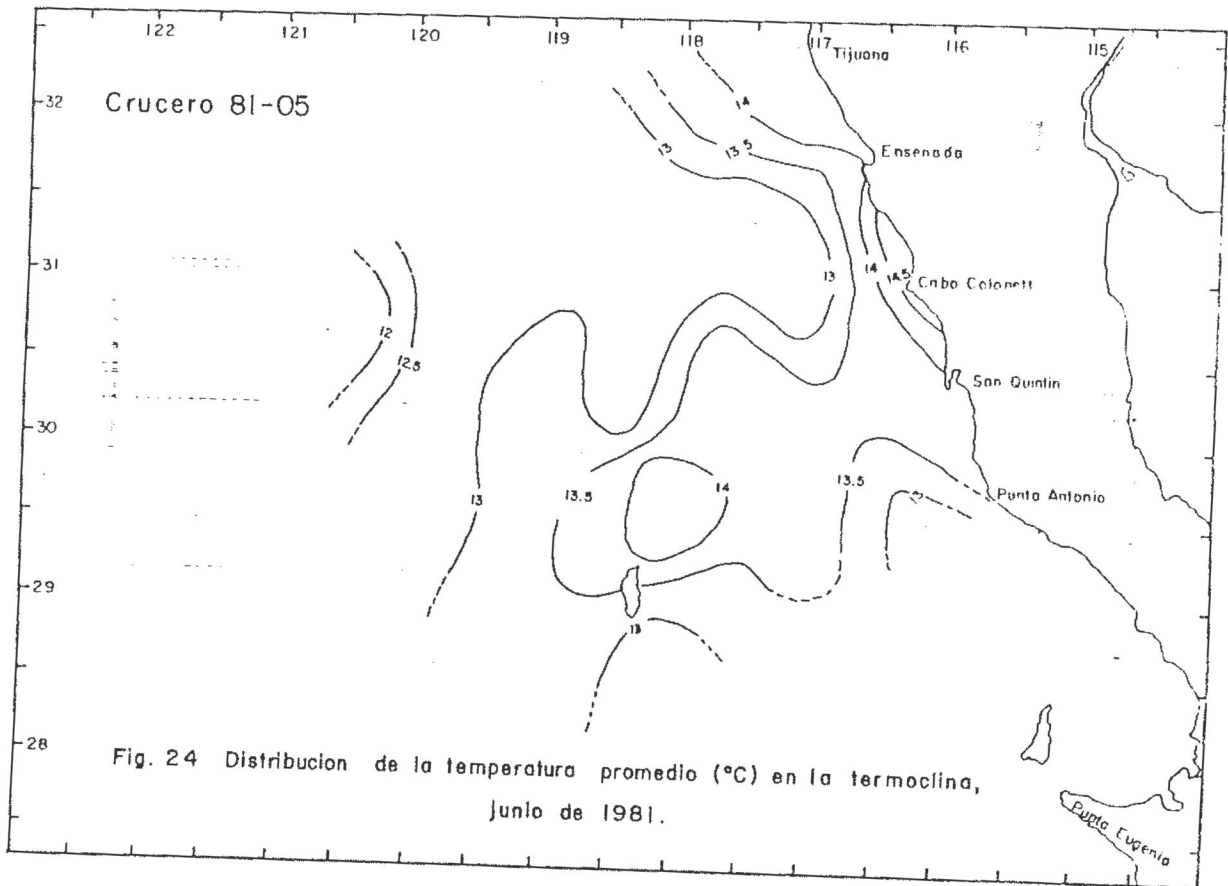
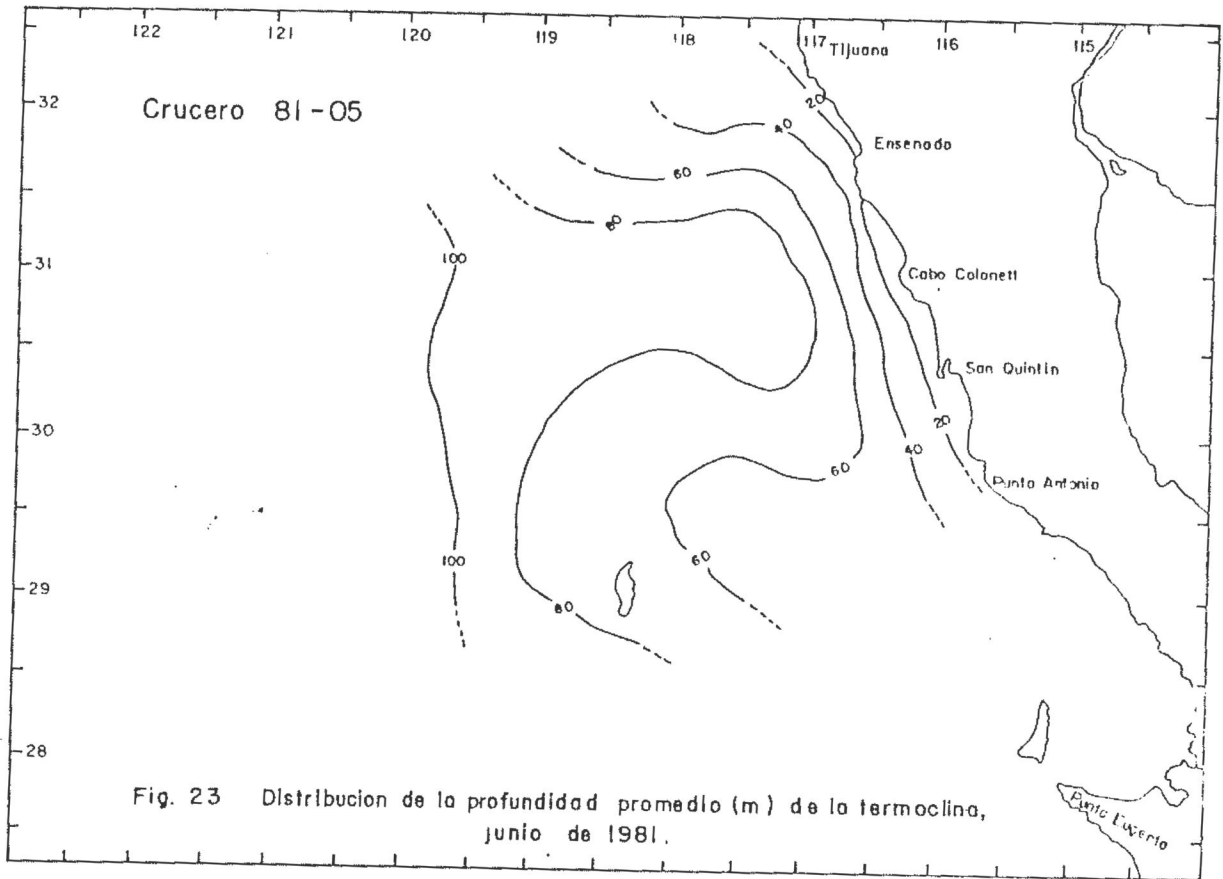
"a" - Representa profundidad(m) de capa de mezcla.

"b" - Temperatura (°C) en la profundidad de capa de mezcla.

"c" - Profundidad (m) media de la capa de la termoclina.

"d" - Temperatura (°C) promedio en la capa de la termoclina.





V. D I S C U S I O N.

Anteriormente al método de agrupación de los datos de abundancia larval para la estimación censal regional desarrollada por Smith (1972), fueron aplicados dos métodos por Sette y Ahestrom (1948); y Ahlstrom (1968), las cuales consisten en: "el cálculo censal" y "la suma de arrastres estandar".

En el cálculo censal, cada muestra de larvas es valorada por el área de un polígono formado por medio de la construcción de bisectrices perpendiculares a las líneas trazadas desde la estación hacia cada una de las estaciones circundantes.

En la suma de arrastres estandar, la sumatoria de todos los arrastres estandar efectuados de todas las estaciones ocupadas regularmente para cada crucero mensual, son totalizados para el año, sin ponderación del área representada.

Smith (1972), combina la suma de arrastres estandar y la ponderación de áreas de las estimaciones censales utilizadas anteriormente, el cuál consiste en el número promedio de larvas por área estándar (10 m de superficie de mar) de todas las estaciones efectuadas dentro de una región, para un trimestre al año por el número de áreas estándar dentro de la región, para el cuál toma en cuenta las siguientes consideraciones:

-Errores debidos a la formación de gradientes costeros en la incidencia e intensidad del desove de anchoveta y sobrevivencia larvaria, aunque son importantes para algunas aplicaciones, no afectan las estimaciones censales regionales.

-Las diferencias que pudieran surgir de la comparación de las estimaciones de los cruceros trimestrales y mensuales, no son significativas para alterar las estimaciones.

-En aguas frías, las larvas crecen más lentamente, por lo tanto la estimación censal regional para un trimestre frío o un año frío, podría prolongar el período en el cuál las larvas son vulnerables al muestreo. De igual forma las larvas pueden perdurar sin alimento por períodos prolongados, produciéndose la misma clase de error.

-Sesgos resultantes del muestreo durante un período en el cuál están ocurriendo desoves, pueden provocar errores semejantes a falta o exceso de muestreo en los períodos de desove máximo o de pequeñas manchas densas (Sétté y Ahlstrom, op. cit.).

MacGregor (1968) sugirió que una de las principales causas de impresión y sesgo en las estimaciones de biomasa de adultos, a partir de huevos y larvas y datos de fecundidad, es la indeterminación del número de camadas desovadas por hembra al año.

Smith (1972) hace un juicio preliminar, en cuanto a la importancia de los desoves múltiples, en la estimación de la proporción de larvas de la biomasa de anchoveta, por medio de

la comparación de tres modelos de comportamiento de desove.

- Primero. La biomasa de adultos es proporcional a la estimación censal regional, suponiendo: que el producto del número de huevos desovados por tonelada de hembras, el número de desoves por año, y la tasa de mortalidad de las larvas son estables.

- Segundo. Cada anchoveta desova una vez durante el trimestre invernal.

- Tercero. Cada anchoveta desova máximo una vez por trimestre, manifestando una vez más, que la biomasa de adultos es proporcional a:

1. Promedio anual de la estimación censal regional de la abundancia larval.

2. Estimación censal regional del trimestre invernal.

3. Estimación censal regional máximo del trimestre anual.

- Ya que no detecta una diferencia obvia entre cada uno de los modelos, recomienda el promedio anual de la estimación censal regional de abundancia larval para el cálculo de biomasa.

El procedimiento para la obtención de la ecuación de regresión descrita por Smith (1972), para estimar la biomasa de desove de anchoveta consiste en:

1: Estimaciones de regresión de la relación entre abundancia larvaria de sardina y cálculo de Murphy (1966) de biomasa de sardina (estimación de la biomasa de sardina por captura y esfuerzo de la pesquería de sardina).

2. La proporción de abundancia larvaria de anchoveta: sardina hasta 1958, (asumiendo una fecundidad relativa de la sardina, relativa a la anchoveta, aproximadamente de 0.5).

3. La estimación de regresión de la relación entre abundancia larval de anchoveta durante el período de 1951 a 1958 y biomasa de anchoveta derivada de la sardina.

4. El uso de estimación de regresión para calcular la estimación de biomasa de anchoveta y sardina, fuera del período de regresión.

Las bases en que se fundamenta éste método arrojan impresiones que conducen a sobre y subestimaciones y resulta muy difícil cuantificar su efecto por separado y en forma conjunta, sin embargo la tendencia en la abundancia de anchoveta no se ve afectada seriamente.

La estimación obtenida para 1981 de la biomasa reproductora de anchoveta correspondiente a aguas mexicanas, representa el 57.3% de la biomasa reproductora total estimada para la subpoblación central, de acuerdo a lo reportado por Stauffer y Charter (1982) para el mismo año; siendo el trimestre de primavera el principal contribuyente de dicha cifra estimada.

Así mismo, resulta notable que la estimación obtenida en el presente estudio, es muy similar a los valores obtenidos por CalCOFI para toda la subpoblación central durante los años de 1978 a 1980, según Stauffer y Charter (op. cit.).

La presencia de un mayor número de huevos que de larvas durante el mes de enero, así como un rango de tallas de

larvas muy reducido (2.5 a 6.75 mm) indican un recién inicio del desove masivo dentro de la zona de estudio; además la presencia de los productos del desove durante toda la temporada de estudio, reflejan que el desove se continúa a través de ella, presentando su máxima a fines de invierno y principios de primavera; coincidiendo con lo observado anteriormente por: Ahlstrom (1967), Smith (1972) y Olvera, et. al. (1976). Se observa también que la magnitud del desove declina bruscamente hacia ambos lados de este período máximo, en un orden de magnitud similar.

Las curvas de captura de larvas de anchoveta en relación a su talla por temporada de muestreo, reflejan una buena calidad de los datos, dada la tendencia exponencial decreciente, de acuerdo a lo mencionado por Ahlstrom (1966).

En la curva de captura de larvas para el mes de junio, se observa la presencia de un máximo en las tallas intermedias, acompañado de un decremento de las tallas menores, en comparación con las otras, lo que sugiere el final del desove masivo.

La abundancia relativa de las larvas de anchoveta durante el presente estudio, indica que la distribución de éstas no es uniforme en toda el área y que existen zonas de mayor incidencia de larvas dentro de la zona costera, coincidiendo en gran parte con lo reportado por Olvera, et. al. (op. cit.).

La distribución de las larvas, observada durante el mes de enero, nos da un indicio de que el desove no se inicia al

mismo tiempo en toda el área de distribución, si no que existen pequeñas zonas en las que se está efectuando la reproducción. Parrish, et al. (1981) en un estudio estacional y geográfico comparativo, entre transporte oceánico y la estrategia reproductiva de los peces pelágicos, observaron que en los hábitos reproductivos de la anchoveta, hay una tendencia a evitar las zonas con mayor intensidad de corriente. Así mismo Husby y Nelson (1982) corroboran la relación existente entre la reproducción de la anchoveta y la estabilidad de la columna de agua de mar.

En la temporada de febrero-marzo, la distribución de las larvas se extiende en gran parte del área de estudio y en zonas bien definidas; lo cual puede deberse a condiciones ambientales del sistema, de acuerdo a lo reportado por Bakun y Parrish (1982) relacionando los procesos ambientales como reguladores del éxito reproductivo de los peces pelágicos (mezcla turbulenta que elimina el umbral óptimo para la alimentación de las larvas; el flujo mar afuera que ocasiona pérdida de gametos y productos de la reproducción; la intensidad de las surgencias y su relación con la productividad total del sistema), establecen que la estrategia de las anchovetas, durante su época de reproducción muestra una característica constante evitando los centros de afloramiento máximo, donde se producen una acción de mezcla intensa y turbulenta, así como zonas de corrientes mar afuera.

La amplitud de la distribución de las larvas de

anchoveta encontrada para la temporada de marzo-abril (pico máximo del desove masivo), evidencia lo mencionado por Villamar y colaboradores (en prensa) respecto al repliegue de los adultos a la costa durante la época de reproducción, y lo que establecen Husby y Nelson, (op. cit.) que las zonas y temporadas de mayor desove se localizan en lugares donde la estratificación por energía eólica turbulenta es relativamente baja y las surgencias son débiles; condiciones prevaletientes en ésta temporada, de acuerdo a lo mencionado por estos autores.

La distribución restringida a la costa que presentan las larvas en la temporada de junio, se observa adyacente a las zonas de mayor profundidad de la capa de mezcla y termoclina, así como a las de gradiente máximo de profundidad y temperatura, lo cuál implica una menor estabilidad, coincidiendo con lo reportado por Bakun y Parrish, (op. cit.).

VI. CONCLUSIONES.

En el presente estudio se cubrió toda la época de desove masivo de la anchoveta para el año de 1981 en aguas mexicanas.

La temporada del desove masivo se inició en enero y finalizó en junio, durante los meses intermedios de febrero-abril se intensificó el desove, presentando su máximo en el mes de abril.

El desove no es uniforme en toda el área de distribución, presentandose sus mayores concentraciones dentro de la zona costera y en áreas muy definidas, coincidiendo éstas con las zonas de mayor estabilidad de la columna de agua.

La biomasa reproductora de anchoveta de la subpoblación central en aguas de jurisdicción mexicana, se estima en 1,457,020.7 toneladas métricas, que corresponden al 57.3% de la estimada para toda la subpoblación central para el año de 1981.

Los valores de biomasa estimados por el método utilizado en el presente trabajo, sirven como índices comparativos apropiados, sobre la tendencia de los índices de abundancia por más de 30 años, de la subpoblación central de anchoveta.

VII. RECOMENDACIONES.

Dada la necesidad que tiene México en la evaluación sistemática de sus recursos pesqueros, para impulsar adecuadamente al sector, es esencial el apoyo necesario a la investigación para el desarrollo de técnicas y métodos de evaluación óptimos y apropiados a las realidades del país, principalmente económicas en que se encuentra. Se puede llevar a cabo mediante la aplicación simultánea de otros métodos más prácticos y económicos, con el descrito, a fin de obtener resultados equivalentes y aprovechar el acervo de información al respecto.

No obstante las limitaciones que ofrece el método utilizado para la estimación de biomasa reproductora de anchoveta, es recomendable el uso de éste, dado que nos proporciona índices comparativos por más de 30 años sobre la tendencia en la abundancia de la subpoblación central de anchoveta en la corriente de California, lo cual ha demostrado ser útil como base para la administración racional de la pesquería.

Dado que la información ambiental registrada para el presente estudio no permitió un análisis completo y comparativo entre las diferentes temporadas de muestreo, se recomienda la captación simultánea y continua, de información ambiental y biológica, que nos permitan conformar el comportamiento del recurso a través del tiempo.

VIII. L I T E R A T U R A C I T A D A.

Ahlstrom, E. H. 1959. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae of California and Baja California. Fish. Bull. USFWS, 60: 106-146.

Ahlstrom, E. H. 1966. Distribution and abundance of sardine and anchovy larvae in the California current region of California, 1951-1964: A summary. U.S. FWS SSR, Fich 534: 1-55.

Ahlstrom, E. H. 1967. Co-occurrences of sardine and anchovy larvae in the California current region of California and Baja California. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 11:117-135.

Ahlstrom, E. H. 1968. An evaluation of the fishery resources available to California fishermen. In D. Gilbert (ed.) The future of the fishing industry of the United States. Univ. Wash. press, Seattle, P. 65-80.

Anónimo. 1974. Programa Anchoveta. Secretaría de Industria y Comercio. Subsecretaría de Pesca. Inst. Nal. de Pesca. Informe interno, s/p.

- Bakun, A. and R.H. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 23:99-112.
- Baxter, J. L. 1967. Summary of biological information on the northern anchovy Engraulis mordax, Girard. Mer. Res. Comm., Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 11: 110-116.
- Berner, L. Jr. 1959. The food of the larvae of the northern anchovy Engraulis mordax. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull. 4 (1): 1-22.
- Bolin, R. L. 1936. Embryonic and early larval stages of the California anchovy Engraulis mordax Girard. Calif. Fish and Game 22 (4): 314-321.
- Brewer, G. D. 1976. Thermal tolerance and resistance of the northern anchovy, Engraulis mordax. Fishery Bulletin. Vol 2: 433-495.
- Chavez, H., S. Silva, y J. Sunada. 1979. La pesquería de anchoveta Engraulis mordax, en California y Baja California durante 1975, con datos sobre el desarrollo de la industria en 1976 y 1977. Instituto Nacional de Pesca. Departamento

de Pesca: 48 P.

Clark, F. N. and J.B. Phillips. 1952. The northern anchovy (Engraulis mordax mordax) in the California fishery. Calif. Fish and Game, 38 (2): 189-207.

Husby, D. M., and C.S. Nelson. 1982. Turbulence and vertical stability in the California current. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 23: 113-129.

Kramer, D. and J.R. Zweifel. 1970. Grow of anchovy larvae Engraulis mordax, Girard, in the laboratory as influenced by temperature. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 14: 84-87.

Kramer, D., N.J. Kalin E.G. Stevens, J.R. Thraildill and J.R. Zweifel. 1972. Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California current region. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 370: 38p.

Lasker, R. 1975. Field criteria for survival of anchovy larvae: the relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. Fish. Bull., U.S. 73 (3):453-462.

- Lillelund, K. and R. Lasker. 1971. Laboratory Studies of predation by marine copepods on fish larvae. Fish. Bull., U.S. 69 (3): 655-667.
- Loukashkin, A. S. 1970. On the diet and feeding behavior of the northern anchovy, Engraulis mordax Girard. Proc. Calif. Acad. Sci., Fourth Series, 37 (13): 419-458.
- Mais, K. F. 1974. Palagic fish surveys in the California current. Calif. Dep. Fish. and Game Fish. Bull. 162:79 p.
- MacGregor, J.S. 1968. Fecundity of the northern anchovy Engraulis mordax Girard. Calif Fish and Game 54 (4): 281-288.
- McHugh, J.Z. 1951. Meristic variations and populations of northern anchovy Engraulis mordax. Scripps Inst. Oceanogr. Bull 6 (3): 123-160.
- Miller, D. L. and R.N. Lea 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. Calif. Fish Game, Fish. Bull. 157:249 p.
- O'Connell, C. P. and L.P. Raymond. 1970 The effect of food density on survival and growth of early

- post yolk-sac larvae of the northern anchovy, Engraulis mordax (Girard) in the laboratory. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 5(2): 187-197.
- Olvera, R. H., M. Escudero y A. Villamar 1976. Distribución y abundancia de larvas de Engraulis mordax, girard, en la ~~costa~~ ~~occidental~~ de Baja California, México (Noviembre 1974- Diciembre 1975). Mem. Prim. Simp. Nac. Rec. Pesq. Mas. Mex. II: 295- 313.
- Parrish, R. H., C.S. Nelson and A. Bakun. 1981. Transport mechanisms and reproductive success of fishes in the California current. Biolog. Oceanog. 1 (2) : 175- 203.
- Saville, A. 1964. Estimation of the abundance of a fish stock from egg and larval surveys. Repp. P.V. Reun. Cons. perm. Int. Explor. Mar. 155: 164- 170.
- Sette, O. E. and E.H. Ahlstrom. 1948. Estimations of abundance of the eggs of the Pacific Pilchard, Sardinops caerulea off southern Califrnia during 1940 and 1941. J. Mar. Res. 7: 511- 542.
- Smith, P. E. 1972. The increase in spawning biomass

of northern anchovy *Engraulis mordax*. Fish. Bull., U.S. 70 (3): 849- 874.

Smith, P. E. and S.L. Richardson. 1977. Standar techniques for pelagic fish egg and larva surveys. FAO Fisheries Tech. Paper (175) 100 p.

Spratt, J. D. 1972. The use of otoliths to separate groups of northern anchovies. Calif. Dept. Fish. and Game. Mar. Res. Tech. Rept. 1: 25 p.

Stauffer, G. D. 1980. Estimate of the spawning biomass of the northern anchovy central subpopulation for the 1979 - 80 fishing season. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. rep. 21: 17- 22.

Stauffer, G. D. and K.R. Parker. 1980. Estimate of the spawning biomass of the northern anchovy central subpopulation for the 1978- 79 fishing season. Calif. Oceanic Fish. Invest. Rep. 21: 12- 16.

Stauffer, G. D. and R. L. Charter, 1982. The northern anchovy spawning biomass for 1981- 82 California fishing season. Calif. Coop. Oceanic Fish Invest. Rep. 23: 15- 19.

Villamar, A. y E. Hondragón. 1978. Patrones de distribución, morfométricos y de compartamiento de la anchoveta, en aguas de la costa occidental de Baja California, México, 1978. Depto. de Pesca., Direcc. Gral. del Inst. Nal. de la Pesca, Informe interno: s/p.

Villamar, A. y Colaboradores (en prensa). Análisis y propuesta nacional sobre la administración de la pesquería de anchoveta. Depto. de Pesca, Direcc. Gral. del Inst. Nal. de la Pesca, Programa Anchoveta Septiembre de 1979: 244 p.

Vrooman, A. M. and P.E. Smith. 1971. Biomass of the subpopulation of northern anchovy, Engraulis mordax Girard. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 15: 49-51.

Vrooman, A. M. and P.A. Paloma. 1975. Subpopulations of northern anchovy, Engraulis mordax. N.M.F.S. SWFC Admin. Rep. 75-62.

Vrooman, A. M., P.A. Paloma, and J.R. Zweifel. 1980. Electrophoretic, morphometric, and meristic studies of subpopulations of northern anchovy. Engraulis mordax. Calif. Fish and Game 67 (1): 39 - 51.

Zweifel, J. R. and P.E. Smith. 1981. Estimates of abundance and mortality of larval anchovies (1951-75): application of a new method. Rapp. P.v. Reun. Cons. int explor. Mer 178: 248 - 259.