

4



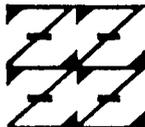
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
" Z A R A G O Z A "

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CARDUMENES DE PECES PELAGICOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL POR MEDIO DE LA HIDROACUSTICA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO.
DURANTE OCTUBRE DE 1995, MARZO Y JULIO DE 1996.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
ESPINOSA MARTINEZ MA. ALEJANDRA

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO HUMANO ES JE
DE NUESTRA REFLEXION

DIRECTOR DE TESIS: DR. CARLOS JORGE ROBINSON MENDOZA
ASESOR INTERNO: DR. FRANCISCO XAVIER CHIAPPA CARRARA

MEXICO, D. F.

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

DIRECCION

JEFE DE LA UNIDAD DE
ADMINISTRACION ESCOLAR.
P R E S E N T E .

Comunico a usted que el alumna **Espinosa Martínez Ma. Alejandra** con número de cuenta **8861310-9** de la carrera de **Biólogo** se le ha fijado el día _____ del mes de _____ de 2001 a las _____ hrs. para presentar examen profesional, que tendrá lugar en ésta Facultad con el siguiente jurado:

PRESIDENTE M. en C. ERNESTO MENDOZA VALLEJO

VOCAL DR. CARLOS J. ROBINSON MENDOZA

SECRETARIO DR. FRANCISCO XAVIER CHIAPPA CARRARA

SUPLENTE M. en C. JOSÉ LUIS GÓMEZ MÁRQUEZ

SUPLENTE BIÓL. ANGÉLICA E. GONZÁLEZ SCHAFF

El título de la tesis que presenta es: **Estudio del comportamiento de los cardumenes de peces pelágicos de importancia comercial por medio de la hidroacústica en la Costa Occidental de Baja California, México. Durante octubre de 1995, marzo y julio de 1996.**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D. F. a 25 de abril de 2001.

MTR. JUAN FRANCISCO SANCHEZ RUIZ
DIRECTOR

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RECIBI
OFICINA DE EXAMENES
PROFESIONALES Y DE GRADO

VO.BO.
BIÓL. MARICELA ARTEGA MEJÍA
JEFA DE CARRERA

AGRADECIMIENTO

A Dios:

Por todas las bendiciones que he recibido y por darme la oportunidad de concluir uno más de mis objetivos

Al jurado M.en C. Ernesto Mendoza, Dr. Carlos Robinson, Dr. Xavier Chiappa, M. en C. José Luis Gómez y a la Bióloga Angelica González:

Por sus valiosos comentarios y sugerencias.

Al Dr. Carlos Robinson:

Por aceptar dirigir la tesis, su paciencia y su conocimiento en hidroacústica.

Al Capitán Hector Granjas:

Por su amabilidad y por preocuparse de mi alimentación.

Al Capitán Pascual Barajas:

Por su amabilidad y su conocimiento acerca del mar.

A los compañeros del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología:

Ya que en su momento me ayudaron con sus aportaciones para la realización de la tesis.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DEDICATORIA

A mis padres Anselmo Espinosa Ventura y Amparo Martínez Soriano:

Por su apoyo incondicional y por darme la oportunidad de tener una profesion. Muchas gracias.

A mis hermanos:

German, Marco Antonio, Angel y Elizabeth.

A mis sobrinos:

Elemy, Daniel, Joel, Vania, Abigail, Almendra, Daniel, Fabiola y Jaziel.

A mis amigas (o):

Silvia, Pedro, Angelica C., Angelica V., Graciela, Teresa y norma. Por compartir buenos y malos momentos durante la carrera.

A toda la tripulación del Buque Oceanográfico "EL PUMA":

Por su apoyo durante los cruceros.

A mi esposo Gabriel García Nava:

Por brindarme su apoyo, confianza, comprensión y sobre todo su amor. Gracias.

A nuestro bebe:

Porque sin saberlo me motivo a terminar la tesis.

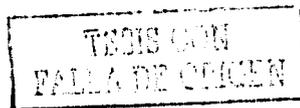
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE

	Pag.
RESUMEN	I
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Zonas de Surgencia	1
1.2 La Corriente de California	2
1.3 Los cardúmenes de peces	4
1.3.1 Las Sardinas	5
1.3.1.1 Distribución de <i>Sardinops sagax</i>	6
1.3.2 Las Anchovetas	8
1.3.2.1 Distribución de <i>Engraulis mordax</i>	10
1.4 Objetivo General	11
1.4.1 Objetivos Particulares	11
2 MATERIAL Y MÉTODO	12
2.1 Area de estudio	12
2.1.1 Estrategia de Muestreo	12
2.2 Toma de datos oceanograficos	14
2.2.1 Profundidad de mezcla	14
2.2.2 Profundidad de la Termoclina	14
2.2.3 Intensidad de la Termoclina	14
2.3 hidroacústica	14
2.3.1 El Sistema hidroacústico utilizado en este Trabajo	16
2.3.2 Identificación de Fuerzas de Blanco por medio de la ecuación de Love (1971)	17
2.3.3 Estimación del análisis de la abundancia de peces por medio del método de los ecogramas positivos	20
3 RESULTADOS	21
3.1 Parámetros Oceanográficos en la zona norte en octubre de 1995	21
3.1.1 Temperatura del agua (°C)	21
3.1.2 Salinidad (u.s.s.)	21
3.1.3 Densidad del agua (Kg/m ³)	21

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.1.4 Profundidad de mezcla (m)	22
3.1.5 Profundidad de la termoclina (m)	22
3.1.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)	23
3.2 Parámetros Oceanográficos en la zona norte en marzo de 1996	23
3.2.1 Temperatura del agua (°C)	23
3.2.2 Salinidad (u.s.s.)	23
3.2.3 Densidad del agua (Kg/m ³)	24
3.2.4 Profundidad de mezcla (m)	24
3.2.5 Profundidad de la termoclina (m)	24
3.2.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)	25
3.3 Parámetros Oceanográficos en la zona norte en julio de 1996	26
3.3.1 Temperatura del agua (°C)	26
3.3.2 Salinidad (u.s.s.)	26
3.3.3 Densidad del agua (Kg/m ³)	26
3.3.4 Profundidad de mezcla (m)	26
3.3.5 Profundidad de la termoclina (m)	27
3.3.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)	27
3.4 Parámetros Oceanográficos en la zona centro en octubre de 1995	28
3.4.1 Temperatura del agua (°C)	28
3.4.2 Salinidad (u.s.s.)	28
3.4.3 Densidad del agua (Kg/m ³)	29
3.4.4 Profundidad de mezcla (m)	29
3.4.5 Profundidad de la termoclina (m)	29
3.4.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)	30
3.5 Parámetros Oceanográficos en la zona centro en marzo de 1996	30
3.5.1 Temperatura del agua (°C)	30
3.5.2 Salinidad (u.s.s.)	31



3.5.3 Densidad del agua (Kg/m ³)	31
3.5.4 Profundidad de mezcla (m)	31
3.5.5 Profundidad de la termoclina (m)	32
3.5.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)	32
3.6 Parámetros Oceanográficos en la zona centro en julio de 1996	33
3.6.1 Temperatura del agua (°C)	33
3.6.2 Salinidad (u.s.s.)	33
3.6.3 Densidad del agua (Kg/m ³)	33
3.6.4 Profundidad de mezcla (m)	34
3.6.5 Profundidad de la termoclina (m)	34
3.6.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)	35
3.7 hidroacústica	36
3.7.1 Zona Norte	36
3.7.1.1 Ecogramas analizados por crucero, totales y positivos	36
3.7.1.2 Ecogramas analizados por crucero totales y positivos y el porcentaje en las dos profundidades	36
3.7.1.3 Ecogramas analizados por crucero, el porcentaje entre los totales y los positivos en ambas profundidades durante las cuatro noches	37
3.7.1.4 Relación de los ecogramas positivos y totales por fuerza de blanco en los tres cruceros y las tres regiones	38
3.7.1.4.1 Región Nerítica	38
3.7.1.4.2 Región del Talud	39
3.7.1.4.3 Región Oceánica	39
3.7.2 Zona Centro	40
3.7.2.1 Ecogramas analizados por crucero, totales y positivos	40
3.7.2.2 Ecogramas analizados por crucero totales y positivos y el porcentaje en las dos profundidades	40
3.7.2.3 Ecogramas analizados por crucero, el porcentaje entre los totales y los positivos en ambas profundidades y las cuatro noches	41

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

3.7.2.4 Relación de los ecogramas positivos y totales por fuerza de blanco en los tres cruceros, y las tres regiones	42
3.7.2.4.1 Región Nerítica	42
3.7.2.4.2 Región del Talud	42
3.7.2.4.3 Región Oceánica	43
3.8 Arrastres con red de media agua Isaacs-Kidd	43
3.9 Relación entre datos oceanográficos y ecos	45
3.9.1 Zona norte	45
3.9.2 Zona centro	45
4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	46
5 BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	
figuras 8-33	59

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUMEN

Las distintas especies de peces pelágicos menores (clupeidos y engraulidos, principalmente) constituyen desde el punto de vista ecológico y pesquero organismos de gran importancia, debido a que en el ambiente marino representan el alimento de un gran número de especies de peces, moluscos, aves y mamíferos marinos y en el medio pesquero, constituyen algunos de los recursos de mayor importancia económica. El objetivo de este trabajo fue analizar por medio de la hidroacústica la distribución y abundancia de especies de peces pelágicos menores, específicamente la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) y la sardina monterrey (*Sardinops sagax*) en la Costa Occidental de Baja California, México. Comprendiendo los períodos del 7 al 20 de octubre de 1995, del 9 al 21 de marzo y del 28 de junio al 11 de julio de 1996. Esta región es influenciada por la corriente de california y la contracorriente ecuatorial y se caracteriza por una alta producción biológica. Los muestreos se realizaron a bordo del B/O "El Puma" utilizando una ecosonda científica marca SIMRAD modelo EY-200. Los registros acústicos fueron analizados usando el programa HADAS (Hydro Acoustic Data Acquisition System), éste consiste en un sistema de análisis de eco-conteo el cual transforma la eco-distribución recibida en densidades por hectárea.

El estudio se realizó en dos áreas: Zona norte (comprendiendo de Ensenada a Punta Baja) y zona centro (comprendiendo de Punta Eugenia a Punta san Roque) tomando los parámetros oceanográficos tales como la temperatura, profundidad de mezcla, profundidad e intensidad de la termoclina y la salinidad de 10 a 25 y de 25 a 50 metros. Para poder determinar la relación que existió entre los parámetros oceanográficos y los pelágicos menores se utilizó una prueba de correlación lineal, en la zona norte se encontró que la salinidad y la densidad del agua tuvieron un grado de asociación significativa con la abundancia de ecos, en la zona centro, la salinidad, la densidad del agua, la profundidad de la termoclina y la temperatura del agua tuvieron un grado de asociación inversa y lineal con respecto a la abundancia de ecos. Estas asociaciones principalmente se registraron en la región del talud, lo cual puede indicar que los pelágicos menores habitan en agua cercanas a la costa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ZONAS DE SURGENCIA

En zonas específicas de las costas occidentales de los continentes ocurren surgencias costeras, fenómenos de gran importancia ecológica que producen zonas de abundantes pesquerías. Barber y Smith (1981) definen al fenómeno de surgencia como el proceso en que agua subsuperficial es transportada hacia la superficie y advectada lejos del área de transporte vertical por un flujo superficial horizontal hacia fuera de la costa (Figura 1). El agua recién surgida además de la riqueza en nutrientes se caracteriza por su baja temperatura y otras propiedades comunes de los niveles inferiores de la columna de agua (González - Gaxiola, 1991).

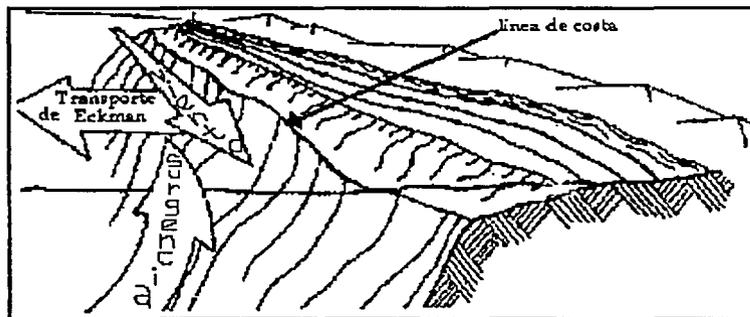


Figura 1. Mecanismo de una surgencia costera, relacionando los elementos que la conforman (Tomado de Pinet, 1992)

Arenas (1992), define al ecosistema de surgencia desde el punto de vista de la física del océano como una zona más o menos amplia donde se lleva a cabo el movimiento ascendente de las aguas profundas, propiciado porque las aguas superficiales costeras son empujadas hacia fuera por el viento. La dimensión del fenómeno varía de unos cuantos a miles de kilómetros a lo largo de la costa y se extiende mar afuera en cientos de kilómetros. Las aguas ascienden de decenas a centenas de metros a velocidades de hasta metros por día.

Los ecosistemas de surgencia se localizan en varias partes del mundo, los más importantes se encuentran en las latitudes medias y bajas de las costas orientales de los océanos. Desde el punto de vista ecológico son sitios de procesos de fertilización con fuertes intercambios con los ecosistemas vecinos y como recurso biológico son los ecosistemas naturales de mayor producción sostenida en el mundo (Longhurst y Pauly, 1987). Por su cercanía a la costa son muy accesibles al hombre; por ecosistemas de deformación son poco predecibles y altamente variables tanto espacial como temporalmente. La pesca es abundante y puede actuar como un proceso de perturbación ecológica.

La variabilidad y el riesgo determinan procesos económicos y sociales poco desarrollados con muy limitada capacidad de amortiguamiento. Como perspectiva futura ofrecen ser sitios altamente explotables por su buena producción y fácil cosecha.

Algunos estudios hidrográficos han reportado condiciones de surgencia en la costa oeste de Baja California durante primavera y verano (Cota, 1972; Chávez de Ochoa, 1975; Amador, 1976; Morales, 1977; Barton y Argote, 1980; Torres y Acosta, 1986). Los vientos en la costa oeste de Baja California tienen una fuerte componente hacia el ecuador la mayor parte del año, con los valores promedios máximos durante mayo y junio (Bakun, 1975; Pavia y Reyes, 1983), lo que genera un surgimiento durante casi todo el año, que se intensifica en primavera y verano (Gómez, 1983). Esto proporciona una gran dinámica en el área con escala de variación de días, por lo que estos períodos son los más importantes para estudiar la relación entre procesos fisicoquímicos y biológicos (González - Gaxiola, 1991).

1.2 LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Los factores hidrológicos como corrientes y vientos son de gran importancia no solamente por sus efectos en el clima, sino por el transporte de los organismos planctónicos. En la latitud 43°N del Océano Pacífico se localiza el centro de una gran masa de agua de baja temperatura y salinidad, que es el giro Anticiclónico Subtropical del Norte. Esta masa de agua está formada por la corriente de Japón (Kuroshio) de agua cálida y por la corriente de Oyashio de agua fría que viene del Norte. Esta agua fluye hacia el Este con subsecuente enfriamiento y dilución por lluvias excesivas. Uno de los brazos entra al Golfo de Alaska, donde ésta aparece como una corriente cálida, porque proviene de bajas latitudes. El brazo mayor se dirige al Sur

donde aparece como una corriente fría proveniente de latitudes altas. Esta es la Corriente de California, la cual es débil y lenta, alcanza la parte extrema de Baja California, donde se encuentra con el agua del Pacífico Ecuatorial y es desviada hacia el Oeste. A medida que esta corriente fluye hacia el Sur, es calentada y la salinidad se incrementa por evaporación. Finalmente se mezcla con el agua Ecuatorial, transformándose en parte de las aguas de la Corriente Norecuatorial (Sverdrup 1942).

El sistema de la Corriente de California está comprendido por:

La Corriente de California

La Corriente Submarina

La Corriente Davidson

La Contracorriente de California Meridional

La Corriente de California, es una corriente de naturaleza geostrofica, con flujo de Norte a Sur, con 1000 metros de ancho y 500 metros de profundidad el flujo es lento y de acuerdo a Alvarez - Borrego y Schwartzlose (1979) puede variar desde 12.5 a 25 cm/seg. La corriente puede presentar velocidades de 50 cm/seg. durante cortos periodos de tiempo. (Figura 2).

La corriente no tiene límites distintivos en su extremo oriental, aunque meandros más o menos permanentes pueden ser notados a lo largo del margen. La corriente fluye hacia el Sureste entre una celda de alta presión atmosférica del Oeste y una celda de baja presión sobre el continente. Los vientos sobre la Corriente de California son en su mayoría provenientes del Norte y Oeste, muy fuertes cuando estas celdas están muy juntas e intensas y se debilitan cuando están más distantes y menos intensas. Ambas celdas son débiles en invierno y la diferencia entre ellas es mayor en el verano, coincidiendo con las descargas máximas de la corriente.

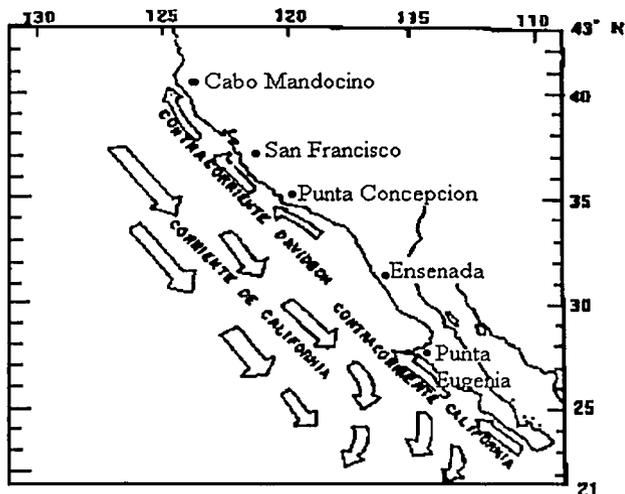


Figura 2. Circulación de la Corriente y la Contracorriente de California en la Costa de Baja California. (Tomado de Reid, 1960).

1.3 LOS CARDUMENES DE PECES

La variabilidad en la distribución, abundancia y comportamiento de las poblaciones de pelágicos menores en el mundo, está asociada a los cambios en el ambiente y a los efectos provocados por su explotación, estos factores ocasionan diferentes efectos en los pelágicos menores, debido a que cada uno de los componentes responde de manera distinta a las modificaciones en el medio ambiente y a la presión de pesca (García y Sánchez 1996).

La competencia por alimento es uno de los mayores procesos que regulan la abundancia y distribución de los organismos (Rubenstein, 1981). El fenómeno es bien conocido en peces (Keen, 1982), pero ha sido poco estudiado en especies gregarias.

En un cardumen, los individuos tienen el problema particular de que los otros miembros son competidores potenciales por el alimento. Se ha sugerido que los beneficios de pertenecer a un cardumen se incrementan por ejemplo, al tener protección contra predadores o

un forrajeo más eficiente (Pitcher, 1986) y la posibilidad de obtener alimento decrece (Bertram, 1978; Pitcher *et al.*, 1983). ya que un incremento en el número de peces en un cardumen puede inducir a la competencia por alimento. El tamaño de los cardúmenes observado en el mar podría ser resultado del balance entre costos y beneficios de asociarse.

En especies que forman cardúmenes, una estrategia para reducir la competencia por el alimento es un comportamiento más independiente y separado de los individuos (Morgan, 1988). En especies pelágicas con mayor tendencia a asociarse, se ha referido un incremento en la distancia entre peces (Olst Van y Hunter, 1970; Eggers, 1976). Otra estrategia para reducir la competencia es el segregarse en grupos de tallas similares; de esta manera los individuos dentro del cardumen pueden igualar la competencia cuando el recurso es limitado (Pitcher *et al.*, 1985).

Las distintas especies de peces pelágicos menores (clupeidos y engraulidos, principalmente) constituyen desde el punto de vista ecológico y pesquero organismos de gran importancia, debido a que en el ambiente marino representan el alimento de un gran número de especies de peces, moluscos, aves y mamíferos marinos; y en el medio pesquero, constituyen algunos de los recursos de mayor importancia económica (Holt, 1975).

1.3.1 LAS SARDINAS

En México, la sardina representa de acuerdo con las estadísticas de la Secretaría de Pesca, aproximadamente el 30% de la captura total anual (Gallardo - Cabello *et al.*, 1991) No obstante, el número de trabajos publicados acerca del ciclo de vida y de la dinámica de las poblaciones de las distintas especies de sardina es, en términos generales escaso. (Lewis 1929; Cadet y Berner, 1959).

La elevada variabilidad interanual en la población de pequeños peces pelágicos (por ejemplo anchoveta y sardina) es común (Csirke, 1988). Beverton (1983) clasifica estas especies de peces como altamente impredecibles, vulnerables a la explotación y difíciles de manejar. Clásicos ejemplos han sido encontrados en el colapso de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) en la década de los 70' (Pauly *et al.*, 1987). El colapso de la sardina del pacífico (*Sardinops sagax*) durante la década de los 50' y el subsecuente incremento de la anchoveta

norteña (*Engraulis mordax*) en la Corriente de California. El colapso de la sardina japonesa (*Sardinops melanosticta*) durante la década de los 40' y su recuperación durante la década de los 70' (Kondo, 1980)

Los factores ambientales como la disponibilidad de la comida y la competencia (Lasker y MacCall, 1983), predación (Butler, 1987), los factores abióticos como los patrones de circulación (Parrish *et al.*, 1983) y la temperatura son causas de la variabilidad de la población de los peces pelágicos. No obstante la explotación de los peces no ha sido descartado como un contribuyente al colapso de los peces pelágicos alrededor del mundo. Por los estudios realizados se sabe que la sardina migra estacionalmente entre Bahía Magdalena y Ensenada, moviéndose hacia el norte durante el verano y otoño y hacia el sur durante el invierno y primavera. El periodo de alta abundancia después de 1989 se ha asociado al cambio en la distribución de la sardina e incremento de la captura en Ensenada (Félix - Uraga *et al.*, 1996).

1.3.1.1 DISTRIBUCION DE *Sardinops sagax*

La sardina monterrey (*Sardinops sagax*) adulta (Figura 3), habita en aguas costeras del Pacífico, desde el sudeste de Alaska hasta la península de Baja California, introduciéndose al golfo de California. Los juveniles (133 mm de longitud patrón) se ubican de punta Concepción a Ensenada; de Ensenada a punta Eugenia hasta Bahía Magdalena, B. C. Las larvas se distribuyen de cabo San Quintín a punta Abreojos y Bahía Magdalena, B. C. Los huevos de sardina se localizan de Ensenada a cabo San Quintín, de punta Canoas a punta Abreojos, incluyendo Bahía de Sebastián Vizcaíno, B. C. (Ruiz, 1979).

La sardina se localiza en sitios próximos a la costa y protegidos de las corrientes marinas. En el litoral occidental de la península, una de las áreas que se reportan de mayor abundancia de esta especie, se extiende de la parte media de la Bahía de Loreto hasta la costa sudoriental de isla Coronados y en bahía Concepción. En la costa oriental del Golfo se concentran abundantemente desde el área de Guaymas hasta Topolobampo.

La región en la cual se localiza la sardina monterrey puede dividirse en cinco áreas definidas: norte de punta Concepción, sur de California, norte de Baja California, Baja California centro

y Golfo de California. Las sardinas habitan en aguas limitadas por la plataforma continental de América del norte, desde el sur de Alaska hasta cabo San Lucas y el golfo de California. Esta especie es la misma que existe a todo lo largo del Pacífico, desde Alaska hasta México y probablemente hasta Sudamérica. En general, el área de distribución de la sardina monterrey está dentro de la corriente de California, la cual, según sus características tiene alta productividad biológica. Las temperaturas óptimas para la existencia de la especie se encuentran en el rango de 9 a los 16°C (Ruiz, 1979). Para el desove las temperaturas más favorables son de 13 a 22°C. Las características de las aguas superficiales hacen que los cardúmenes emigren constantemente de un lugar a otro, moviéndose no sólo horizontalmente, sino que presentan además migraciones verticales. En el transcurso de su vida, la sardina efectúa migraciones cíclicas en relación a los cambios estacionales de la temporada. Esta especie se reproduce a partir del último mes de otoño hasta la primavera tanto en la costa oeste de Baja California Sur, en los alrededores de Bahía Magdalena, como en el interior del Golfo de California; desde Bahía Kino, Sonora hasta Bahía Agiabampo, Sonora. Los movimientos migratorios están estrictamente relacionados con cambios ambientales, en los años donde existe anomalía en la temperatura los desplazamientos se ven afectados, acortándose en años calientes o extendiéndose en los fríos, como lo fue el caso del inicio de la temporada de pesca 1986/1987, cuando la sardina monterrey fue capturada hasta el norte del estado de Sinaloa (Cisneros-Mata 1991). Las sardinas son especies pelágicas costeras de aguas tropicales y subtropicales, de hábitos gregarios que se localizan en densos bancos. Según la edad se localizan cerca de la costa o lejos de ella. Se encuentran formando cardúmenes que varían en densidad desde unas cuantas toneladas, hasta varios cientos de ellas. Se captura desde octubre hasta mayo, la captura se lleva a cabo durante la noche. Su pesca está restringida a los quince días del mes cuyas noches son de completa oscuridad; este periodo de actividad pesquera es denominado por los pescadores mes lunar (Ruiz, 1979).

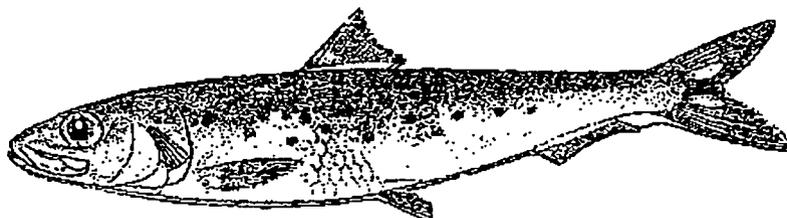


Figura 3. *Sardina monterrey* *Sardinops sagax* (Girard, 1854)

1.3.2 LAS ANCHOVETAS

El grupo de peces conocido como anchoveta, anchoas, bocón y otros más, se encuentran agrupados en el género *Engraulis*, que incluye las especies de peces que sustentan las pesquerías masivas consideradas entre las más importantes en el mundo; este grupo se distribuye latitudinalmente entre los 60°N y los 43°S en el límite de las corrientes de California, Perú, Canarias, Bengala y el este de Australia. Estas áreas se caracterizan por presentar zonas de surgencias ricas en nutrientes, con alta productividad y volúmenes de zooplancton (García-Franco, 1988).

De acuerdo con los trabajos realizados por Mc Hugh (1951) y Vrooman *et al.* (1981), se han establecido tres poblaciones de anchoveta *Engraulis mordax* (Figura 4) en las costas de California denominadas: Norteña, cuya distribución abarca desde la Columbia Británica hasta la Bahía Monterrey; Central, que comparten los Estados Unidos y México y que se localiza frente al sur de California y Norte de Baja California, y finalmente la Sureña, que se ubica frente a la parte central y sur de Baja California (Gallardo - Cabello y Chiappa-Carrara 1990)

Sin embargo, otros estudios (Gallardo-Cabello, 1985a, 1985b, 1985c; Parrish *et al.*, 1985 y Chiappa-Carrara, 1988) han reportado la presencia de un número mayor de poblaciones, subpoblaciones, o razas geográficas para el área de distribución de *Engraulis mordax*. Tan sólo para la zona que abarca desde las islas Coronado hasta Punta Santo Tomás, se ha detectado la presencia de dos poblaciones (Gallardo-Cabello, 1985a) que quizás puedan corresponder a las denominadas Central y Sureña por Mc Hugh (1951). Por otra parte, Parrish *et al.* (1985) señalan la existencia de 11 áreas en las cuales los ejemplares de *Engraulis mordax* presentan diferencias con respecto al crecimiento y a la composición por edades. Del

total de las zonas mencionadas, 6 se presentan en las costas de los Estados Unidos y 5 en las de México (Gallardo-Cabello y Chiappa-Carrara 1990).

La anchoveta del área central de California, alcanza longitudes mayores en comparación con la anchoveta del área del sur de California; esta diferencia se incrementa conforme aumenta la edad y también alcanza tallas mayores a una misma edad, en áreas alejadas de la costa con respecto a aquellas cercanas a la misma. Esta diferencia puede deberse, entre otras, a las diferencias en la alimentación o bien, a las migraciones de esta especie (Collins, 1971; Mais, 1974; Mallicoate y Parrish, 1981; Gallardo-Cabello, 1985b y Chiappa-Carrara, 1988).

Las anchovetas emigran del sur de California al centro de California y viceversa. Los movimientos hacia el norte ocurren durante el verano y los desplazamientos hacia el sur durante el invierno, principalmente (Haugen *et al.* 1969).

El ciclo de vida de las anchovetas es corto, fluctúa entre los cuatro y cinco años, excepcionalmente seis años, con tallas entre 13, 13.5 y 14 cm., respectivamente; en el primer año de vida alcanzan en promedio tallas hasta de 9.5 cm y su madurez sexual la alcanzan a los dos años, aunque al primer año el 50% se encuentran maduras. Son organismos filtradores y se alimentan principalmente durante la noche de zooplancton como de fitoplancton; entre los grupos fitoplanctónicos más frecuentes que constituyen su dieta están las diatomeas y dinoflagelados, en tanto que el zooplancton lo constituyen copépodos, eufácidos y huevos de peces entre los que se incluyen los de las mismas anchovetas (García-Franco, 1988). Los periodos de mas activa alimentación ocurren en el verano, época en que aumenta tanto la intensidad de surgencias como los índices de diversidad de la dieta (Chiappa-Carrara *et al.*, 1989).

La anchoveta *Engraulis mordax* es un organismo de especial significado en la cadena alimentaria del ecosistema costero. En esta especie se concentra una gran proporción del flujo de energía y con ello se sostiene una inmensa cantidad de biomasa. Transfiere la energía a un considerable número de peces, aves y mamíferos marinos y es una de las especies que aportan los mayores volúmenes de captura en Baja California, por lo que el manejo de este recurso es de importancia para la industria pesquera (Vidal, 1991).

Las anchovetas se pueden mover entre California central y el sur de California, así como entre el sur de California y el norte de Baja California en ambas direcciones (Haugen *et al.*, 1969).

En la costa occidental de Baja California, la declinación abrupta de anchoveta (*Engraulis mordax*) durante el periodo de 1989 a 1990 fue muy drástica, ya que las capturas cayeron casi en su totalidad (de 81,810 T en 1989 a solo 100 T en 1990), en tanto que la pesquería de sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) registro un incremento substancial de 79.4% (de 6,334 T a 11,375 T) (García y Sánchez 1996).

1.3.2.1 DISTRIBUCIÓN DE *Engraulis mordax*

Existen tres subpoblaciones de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*). La primera se extiende desde el paralelo 54° Norte, a la altura de las Islas Reina Carlota, Columbia Británica, Canadá, hasta el paralelo 36.5°, a la altura de la Bahía Monterrey, California, U.S.A. Es la de distribución geográfica más amplia y conocida. La segunda se extiende desde la Bahía de San Francisco, a la altura del paralelo 38° Norte, hasta un poco al sur de Punta Baja, Baja California, México, unos cuantos minutos sur del paralelo 30° Norte y es conocida como subpoblación central, con base en la cual se ha desarrollado la pesquería mexicana en Baja California. La tercera se extiende desde el paralelo 29° Norte, al norte de la Bahía de San Sebastián Vizcaíno, hasta Cabo San Lucas, a la altura del Trópico de Cáncer, ésta se encuentra distribuida exclusivamente en territorio mexicano, es conocida como subpoblación sureña (González, 1988).

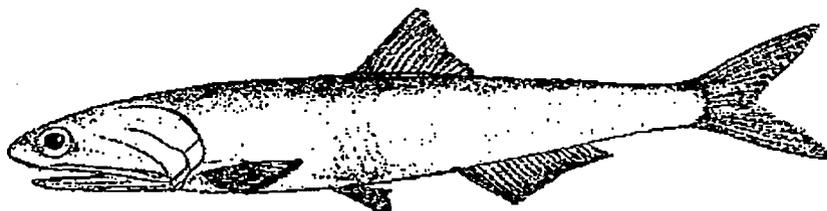


Figura 4. Anchoveta norteña. *Engraulis mordax* (Girard, 1856). Tomado de González, 1988.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Analizar por medio de hidroacústica la distribución y abundancia de especies de peces pelágicos menores, específicamente la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) y la sardina monterrey (*Sardinops sagax*) en la Costa Occidental de Baja California, México, comprendiendo los períodos del 7 al 20 de octubre de 1995, del 9 al 21 de marzo y del 28 de junio al 11 de julio de 1996.

1.4.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Determinar el comportamiento migracional en la columna de agua de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) y la sardina monterrey (*Sardinops sagax*).
- b) Determinar la influencia de los parámetros oceanográficos tales como temperatura, profundidad de mezcla, profundidad e intensidad de la termoclina y salinidad en la distribución y abundancia, de los cardúmenes de anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) y sardina monterrey (*Sardinops sagax*).

2. MATERIAL Y METODO

Los muestreos se realizaron a bordo del Buque Oceanográfico "El Puma" propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Los cruceros oceanográficos fueron en la costa occidental de Baja California durante las campañas Oceanográficas denominadas Sistemas Marinos de Surgencias y su relación con Pelágicos Menores (SIMSUP), las cuales fueron realizadas del 7 al 20 de octubre de 1995, del 9 al 21 de marzo de 1996 y del 28 de junio al 11 de julio de 1996.

2.1. AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en dos áreas:

- a) Zona Norte, la cual comprendió de Ensenada a Punta Baja localizada entre los 29° y los 31°N. Esta es una zona de alta explotación pesquera utilizada por la flota anchovetera y sardinera con base en Ensenada (INP, 1996).
- b) Zona Centro, la cual comprendió de Punta Eugenia a Punta San Roque, localizada entre los 26° y 27°N. Es una zona de mínima explotación, pero de gran abundancia de anchovetas (Robinson *et al.*, 1995), ideal para estudiar en estado de mínima perturbación humana los cambios en las estructuras de los cardúmenes debido a las fluctuaciones oceanográficas.

2.1.1 ESTRATEGIA DE MUESTREO

En ambas zonas los muestreos se realizaron siguiendo transectos en forma de zigzag paralelos a la costa (Figura 5). Cada transecto fue de 18 kilómetros (km) de longitud y en cada uno de ellos se establecieron tres estaciones oceanográficas, una a cada extremo del transecto y otra en el medio. La distancia aproximada entre estaciones fue de 6 km.

La primer estación de la zona norte correspondió a la región oceánica ubicada en los 29°50' N (Figura 5), la segunda estación fue ubicada en la región del talud y la tercera estación se ubicó en la región nerítica, estas tres primeras estaciones correspondieron al primer transecto. La cuarta estación correspondió a la región nerítica, la quinta estación correspondió a la región del talud, la sexta estación correspondió a la región oceánica estas estaciones correspondieron al segundo transecto y así sucesivamente hasta llegar a los 31° 30' N que correspondió a la estación 30, ubicada en la región oceánica, transecto 10. Al terminar este transecto empezó el

regreso, con la finalidad de tener un registro día/noche de los transectos. Por ejemplo, si el transecto 1 se realizó de día, de regreso este mismo transecto se realizó en la noche. Esta misma metodología se utilizó en cada uno de los tres cruceros y en ambas zonas. Se utilizaron un total de cuatro noches por crucero.

Para la zona norte, la primera noche correspondió a los transectos 4 y 5, la segunda noche correspondió a los transectos 8 y 9, la tercer noche correspondió a los transectos 14 y 15 y la cuarta noche correspondió a los transectos 18 y 19.

En la zona centro se realizaron 16 transectos (Figura 5). La primer estación y la 24 correspondió a la región oceánica a los $27^{\circ} 70'$ y $26^{\circ} 80'$ respectivamente. La primer noche correspondió a los transectos 1 y 2, la segunda noche correspondió a los transectos 5 y 6, la tercer noche correspondió a los transectos 9 y 10 y la cuarta noche correspondió a los transectos 13 y 14.

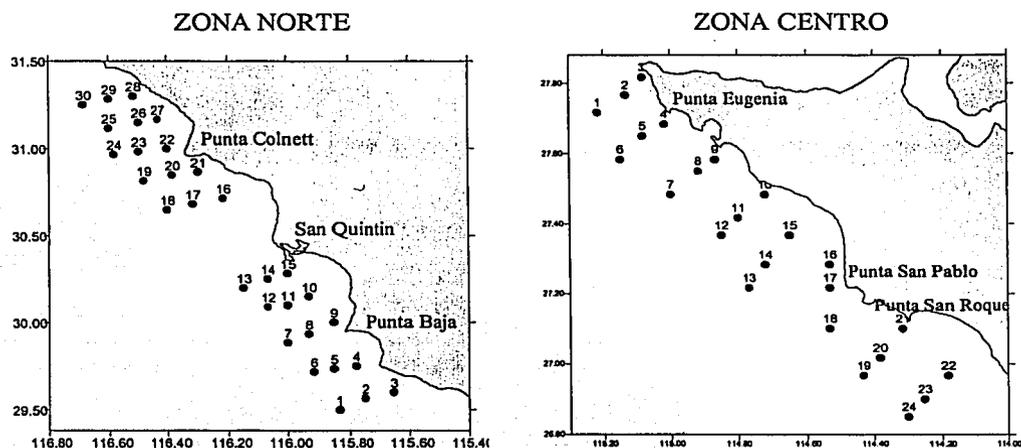


Figura 5. Posición de estaciones en la zona Norte y Zona Centro

2.1.1.1 TOMA DE DATOS OCEANOGRÁFICOS.

Por medio de un CTD (Conductivity, Temperature and Depht) tipo Mark-III de General Oceanics se registraron la temperatura y salinidad en cada una de las estaciones oceanográficas. Con estos datos se obtuvieron los siguientes parámetros:

2.2.1 Profundidad de Mezcla: Definida como la profundidad a la que disminuye un grado centígrado la temperatura registrada a cinco metros de profundidad.

2.2.2 Profundidad de la Termoclina: La profundidad en la cual se observa el mayor cambio de temperatura. Esta fue tomada a partir de la media de la temperatura por cada cinco metros de profundidad.

2.2.3 Intensidad de la Termoclina: Cambio máximo en grados centígrados de la temperatura promediada cada cinco metros. Por ejemplo, se tomó el valor medio de la temperatura de 5 a 10 metros de profundidad, posteriormente se tomó el valor medio de la temperatura de 10 a 15 metros y se restan los valores medios. Así sucesivamente hasta la máxima profundidad y finalmente se registra a que profundidad se encontró la mayor diferencia.

En este estudio se presentan resultados de temperatura, salinidad y densidad del agua a 10, 25 y 50 metros.

2.3 HIDROACUSTICA

La mayor parte de los sensores remotos se basan en la transmisión de luz y sonido. La luz no penetra más que unos pocos metros debajo de la superficie marina y mucho menos cuando el medio contiene sólidos suspendidos. En cambio las ondas de sonido alcanzan mayores distancias a través del agua. De esta forma, los instrumentos acústicos que transmiten y reciben ondas de sonido, son capaces de detectar peces y otros objetos más lejanos de lo que podría hacerse con la visión. El sonido, a diferencia de la luz que es un fenómeno electromagnético, es un proceso mecánico que depende de la alternancia periódica de compresiones y expansiones del medio en el que se propaga. El sonido se propaga bien en el mar pero depende de las características particulares del medio, por lo que su velocidad,

dirección de propagación y absorción de energía resultan afectadas por la temperatura, salinidad, presión y densidad del agua. La velocidad del sonido aumenta 2.5 m/seg por cada grado centígrado de temperatura, 1.4 m/seg por cada 1^o/^o de salinidad. La energía acústica de una ecosonda es propagada en forma de un haz que se proyecta por un transmisor y forma un cono, lo que significa que la señal acústica se debilita con la distancia (Gómez-Gutierrez *et al.*, 1998). La ecosonda produce una señal eléctrica que lleva una frecuencia, duración y amplitud específica hacia el transductor que la transforma en una onda mecánica que se propaga esféricamente en el agua. Cuando esta encuentra un blanco con propiedades acústicas distintas a las del agua marina, una parte de la energía es reflejada como eco hacia la fuente de origen, el resto es absorbida por el agua y por el objeto, la energía reflejada lleva la misma frecuencia, duración y amplitud. Cuando el eco llega al transductor la señal acústica es convertida en señal eléctrica e interpretada por la ecosonda, mostrando en la pantalla en forma gráfica el eco reflejado del blanco (ecograma) (Suomala, 1980; Burczynski, 1992). El transductor es un aparato que convierte la energía eléctrica a sonora y viceversa, éste fue colocado en el pozo de instrumentos del buque a 4 metros de profundidad.

Las principales ventajas que proporcionan los sistemas hidroacústicos (ecosondas, eointegradores y sonares) son registro continuo de amplias áreas del océano en dos ejes simultáneos, horizontal y vertical, visualización en tiempo real de información útil e inmediata para el procesamiento de datos que permiten la evaluación de los recursos en lapsos relativamente cortos, visualización de patrones de comportamiento de agregaciones de plancton y de cardúmenes, así como estimación de la velocidad y dirección de los organismos, obtención de información de una amplia gama de organismos que viven en la columna de agua. Así como presenta estas ventajas también puede presentar desventajas como son alto costo del equipo cuya tecnología es desarrollada principalmente en países del primer mundo, dificultad para identificar los organismos responsables de cada eco, necesidad de intensos muestreos biológicos en la columna de agua por medio de redes, no es posible identificar especie ni sexo, cabe mencionar que varias especies pueden tener la misma fuerza de blanco en una región determinada, la interpretación correcta de los ecogramas requiere un

conocimiento avanzado de física, matemáticas, computación y biología, (Gómez-Gutierrez *et al.*, 1998).

Como no ha sido posible (hasta ahora) determinar la identificación exacta de los ecos es necesario utilizar métodos complementarios de muestreo. Por lo tanto en el presente estudio se utilizó una red Isaacs-Kidd para muestrear organismos pelágicos y así poder asociarlos con los registros observados en la ecosonda (Robinson *et al.*, 1995, Robinson *et al.*, 1998). Esta red tiene una apertura de boca de 2.5 metros con una longitud de 7 metros, la luz de malla del copo es de 500 μm . La velocidad del buque en cada arrastre fue de 5 nudos y duraron aproximadamente 30 minutos. Las muestras obtenidas como langostilla y eufausidos (los cuales fueron capturados en mayor abundancia) fueron guardados en frascos con formol al 10% y etiquetados con los siguientes datos: zona, estación, transecto, fecha, hora, profundidad, número de arrastre, peso de la muestra, especie y número de frasco para su posterior estudio en el laboratorio.

2.3.1. EL SISTEMA HIDROACUSTICO UTILIZADO EN ESTE TRABAJO.

Se empleó una ecosonda científica marca SIMRAD modelo EY-200, de 200 kHz de frecuencia. Se utilizó esta frecuencia para poder detectar a organismos pequeños con tallas desde 7.5 mm aunque tiene menor penetración que si se utilizara una baja frecuencia. La ganancia fue 10, cada intervalo representa una ganancia de 3 dB, la atenuación fue determinada en -15 dB. Los registros acústicos fueron analizados usando el programa HADAS. (Hydro Acoustic Data Acquisition System) (Lindem y Hourí, 1988). Éste consiste en un sistema de análisis de eco-conteo, el cual transforma la eco-distribución recibida en densidades por hectárea.

El programa HADAS es una combinación de software y hardware diseñado para el análisis cuantitativo de los blancos acústicos (Lindem y Hourí, 1988), donde se han integrado modelos estadísticos indirectos y matemáticos para separar los blancos acústicos de acuerdo a su fuerza de blanco. El programa proporciona información sobre la abundancia de los blancos acústicos en número de individuos por hectárea (abundancia) y da una estimación de la agrupación de los organismos; los ecogramas se visualizan en tiempo real en la pantalla de la computadora.

Este programa digitaliza hasta los 200 metros de profundidad. Los ecos registrados continuamente son guardados en archivos en el disco duro de la computadora para su posterior análisis en el laboratorio.

Durante el registro de datos, el programa HADAS fue indicando en la pantalla los parámetros del registro como son transecto, número de ping (unidad de eco-conteo), nivel de ruido, profundidad máxima y número de ecos enviados y recibidos. La intensidad del eco es registrado con diferentes colores, el fondo marino o cardúmenes de peces altamente compactados aparecen de color blanco, los ecos tendientes al rojo corresponden a ecos de organismos grandes denominados "ecos fuertes", mientras que los "ecos débiles" reflejados por el zooplancton son de color azul claro (Figura 6).

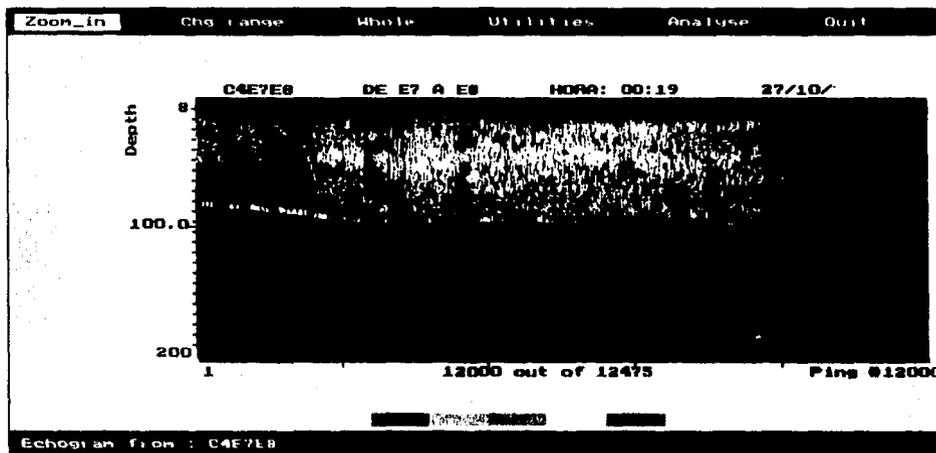


Figura 6: Ejemplo de un ecograma que muestra una densa capa de dispersión profunda (CDP)

2.3.2 IDENTIFICACIÓN DE FUERZAS DE BLANCO POR MEDIO DE LA ECUACIÓN DE LOVE (1971).

Los tamaños de los blancos acústicos son expresados en unidades de fuerza de blanco (FB) en decibelios (dB). Previo a los cruceros, la calibración de la ecosonda fue realizada usando un blanco estándar, éste fue una esfera homogénea de cobre de 1.3 cm de diámetro. Love (1971) desarrolló una ecuación que estima el tamaño del pez usando los datos de la fuerza de blanco.

Love obtuvo la fuerza de blanco de diversas especies de peces, y de varios tamaños, usando distintas frecuencias, desde 15 a 1000 kHz

Al final de su experimento Love obtuvo la siguiente ecuación:

$$FB = 19 \log L + 0.9 \log (\lambda) - 23.9 \text{ db}$$

donde:

FB = Fuerza de Blanco

L = Longitud total del pez (metros)

λ = Longitud de onda (m)

db = Decibeles (Unidad de reflectividad acústica)

En el presente estudio se aplicó la ecuación de Love (1971) para determinar las tallas aproximadas de las fuerzas de blanco obtenidas con la ecosonda:

Los parámetros de la ecuación de Love para este estudio fueron:

$$FB = 19 \log (\text{longitud del pez en metros}) + 0.9 \log (0.0075 \text{ m}) - 23.9 \text{ db}$$

El rango utilizado en este estudio fue de -37 a -43 db, que de acuerdo a la ecuación de Love corresponden a tallas de 12 a 25 cm.

Todos los registros fueron realizados usando la función 40 log R de ganancia de tiempo variable (TVG) esta es una corrección de ganancia respecto al tiempo especificado para realizar estimaciones de eco-conteo (Tabla 2).

Tabla 2. Ejemplo de adquisición de datos en HADAS

Data from (nombre del archivo)	C3E27-28
Survey area (Hora de inicio)	HORA: 04:25
Date (Fecha)	14/10/95
Transect (Transecto)	E27 - E28
Gain (Ganancia)	3
TVG (Eco-conteo)	40log R
Transducer (Transductor)	TR200
# Pings dig.(No. de Pings digitalizados)	4774
Noise level (Nivel de ruido)	480 mV
Bottom level (Nivel de fondo)	9960 mV
Bottom duration (Duración de fondo)	999 mV
Bottom backstep (Límite de registro del fondo)	1 meter (s)
Surface noise (Ruido superficial)	1 meter (s)
Single fish (Organismos agrupados)	40
Remarks (Posición: latitud, longitud)	27.05.090 114.19.524
Max. Depth (Profundidad máxima)	200 meters

Cuando el programa de análisis acústico mostraba en la pantalla del monitor los ecos de los organismos, se procedió a lanzar la red Isaacs-Kidd para saber si lo que se había observado en el ecograma correspondía a las especies en estudio o a otros organismos (Figura 7).



Figura 7. Transecto mostrando la región nerítica, del talud y oceánica, en un arrastre con la red Isaac Kidd y el cardumen de peces.

2.3.3 ESTIMACIÓN DEL ANÁLISIS DE LA ABUNDANCIA DE PECES POR MEDIO DEL METODO DE LOS ECOGRAMAS POSITIVOS.

Este es un método que permite tener una estimación rápida de la abundancia de organismos. Los ecogramas positivos son aquellos en donde se cuentan 100 o más ecos dentro del rango de -37 a -43 dB. Este valor fue tomado como referencia, ya que 100 es el número de ecos necesarios para que el programa HADAS calcule correctamente la abundancia de organismos. Los ecogramas con ecos menores a 100 se tomaron como "negativos", y fueron eliminados para el análisis (Robinson *et al.*, 1995)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. RESULTADOS

3.1. PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS EN LA ZONA NORTE EN OCTUBRE DE 1995

3.1.1 *Temperatura del agua (°C)*

La temperatura del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la segunda noche, región nerítica, cerca de Punta Colnett (15.5 °C) y mayor en la cuarta noche, región oceánica (18.5 °C). A 25 metros de profundidad fue menor en la segunda noche (14.4°C) en la primera y tercera noche se mantuvo en 15.4°C. En la cuarta noche, región oceánica aumentó un grado centígrado. A 50 metros de profundidad en la segunda y tercera noche se registró una temperatura de 13.1°C. En la cuarta noche cerca de Punta Baja aumentó un grado centígrado (Figura 8).

3.1.2 *Salinidad (unidad standar de salinidad u.s.s.)*

La salinidad a 10 metros de profundidad fue menor en la región nerítica (33.5 u.s.s.) y mayor en la región oceánica (33.6 u.s.s.). A 25 metros de profundidad en la cuarta noche cerca de Punta Baja se registró la menor salinidad (33.3 u.s.s.) y Punta Colnett la mayor (33.6 u.s.s.). A 50 metros de profundidad Punta Baja registró una salinidad de 33.5 u.s.s. y Punta Colnett de 33.6 u.s.s. Se observa que a 10 metros la región nerítica presentó la menor salinidad y la región oceánica la mayor salinidad en comparación con la salinidad a 50 metros, la cual presentó un comportamiento inverso (Figura 9)

3.1.3 *Densidad del agua (Kg/m³)*

La densidad del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la cuarta noche cerca de Punta Baja, región Oceánica (23.83 Kg/m³) y mayor en la segunda noche cerca de Punta Colnett (24.7 Kg/m³). A 25 metros de profundidad fue menor en Punta Baja (24.4 Kg/m³) y mayor en Punta Colnett (24.9 Kg/m³). A 50 metros de profundidad Punta Baja registró la menor densidad del agua con 25.0 Kg/m³ (Figura 10).

3.1.4 Profundidad de mezcla (m)

Durante todo el crucero la menor profundidad de mezcla se registró en la segunda noche, región del talud con 7.3 metros y la mayor profundidad de mezcla se registró en la misma noche, región nerítica con 25.8 metros. En la cuarta noche, región del talud y en la región oceánica se registró la misma profundidad de mezcla de 20.4 metros (Tabla 3).

Tabla 3. Profundidad de mezcla (m) en octubre de 1995.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	18.8	10.8	22.3
2	25.8	7.3	9.6
3	10.7	10.8	9.8
4	17.7	20.4	20.4

3.1.5 Profundidad de la termoclina (m)

La menor profundidad de la termoclina se registró en la primer noche, región del talud y en la tercer noche, en las tres regiones de 10 metros, y la mayor profundidad de la termoclina se registró en la cuarta noche en la región nerítica y fue de 28 metros (Tabla 4).

Tabla 4. Profundidad a la cual se encontró la termoclina (m) en octubre de 1995.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	19	10	22
2	22	23	10
3	10	10	10
4	28	25	22

3.1.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)

Se registró la menor intensidad de la termoclina en la segunda noche, región nerítica (-0.3 °C por 5 m) y la mayor intensidad de la termoclina se registró en la cuarta noche, región oceánica (-1.7 °C por 5 m) (Tabla 5).

Tabla 5. Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad) en octubre de 1995.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	-0.39	-0.94	-0.75
2	-0.31	-0.79	-0.91
3	-0.63	-0.52	-1.32
4	-0.55	-0.59	-1.70

3.2. PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS EN LA ZONA NORTE EN MARZO DE 1996

3.2.1 Temperatura del agua (°C)

La temperatura del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la segunda noche en la región del talud de 13.4°C y mayor en la región oceánica primera noche de 15.2°C. A 25 metros de profundidad en la región nerítica (11.1°C) y mayor en la región oceánica (11.8°C). A 50 metros de profundidad en la primera noche, región nerítica registró una temperatura de 11°C y primera noche, región oceánica de 12.9°C. (Figura 11).

3.2.2 Salinidad (u.s.s.)

La salinidad a 10 metros de profundidad fue menor en la primera noche, región del talud de 33.6 u.s.s. y mayor en la primera noche, región nerítica de 33.8 u.s.s. A 25 metros de profundidad en la primera noche, región oceánica se registró la menor salinidad (33.6 u.s.s) y en la misma noche región nerítica la mayor (33.8 u.s.s.) A 50 metros de profundidad primera

noche, región oceánica registró la menor salinidad (33.7 u.s.s.) y en la misma noche, región nerítica la mayor de 34 u.s.s. (Figura 12).

3.2.3 Densidad del agua (kg/m^3)

La densidad del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la primera noche región oceánica (24.9 Kg/m^3), y mayor en la segunda noche región nerítica (25.5 Kg/m^3). A 25 metros de profundidad fue menor en la primera noche región oceánica (24.9 Kg/m^3), y la mayor en la segunda noche, región nerítica (25.6 Kg/m^3). A 50 metros de profundidad primera noche, región oceánica registró la menor densidad del agua con 25.4 Kg/m^3 y la misma noche región nerítica la mayor con 26 Kg/m^3 (Figura 13).

3.2.4 Profundidad de mezcla (m)

No existe información para la tercera y cuarta noche. La menor profundidad de mezcla se registró en la segunda noche, región nerítica (8.5 metros) y la mayor profundidad de mezcla se registró en la primera noche, región oceánica (33.6 metros) (Tabla 6).

Tabla 6. Profundidad de mezcla (m) en marzo de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	26.2	18.45	33.6
2	8.5	12.00	25.32
3	*	*	*
4	*	*	*

* valor perdido

3.2.5 Profundidad de la termoclina (m)

En la tercera y cuarta noche no hubieron datos. La menor profundidad de la termoclina se registró en la segunda noche, región nerítica de 7 metros y la mayor profundidad de la termoclina se registró en la primera y segunda noche región oceánica de 40 y 34 metros respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Profundidad a la cual se encontró la termoclina (m) en marzo de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	28	16	40
2	7	10	34
3	*	*	*
4	*	*	*

*valor perdido

3.2.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)

No hubieron datos en la tercera y cuarta noche. En la segunda noche la región oceánica reportó la menor intensidad de la termoclina (-0.3 °C por 5 m) y la mayor intensidad de la termoclina se registró en la primera noche, región nerítica (-0.5 °C por 5 m) (Tabla 8).

Tabla 8. Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad) en marzo de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	-0.59	-0.44	-0.55
2	-0.47	-0.56	-0.37
3	*	*	*
4	*	*	*

* Valor perdido

3.3 PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS EN LA ZONA NORTE EN JULIO DE 1996

3.3.1 *Temperatura del agua (°C)*

La temperatura del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la tercera noche región nerítica (11.6°C) y mayor en la cuarta noche región oceánica (17.4°C). A 25 metros de profundidad fue menor en la segunda noche región nerítica (10.6°C), y mayor en la cuarta noche región oceánica (16.1°C). A 50 metros de profundidad fue menor en la tercera noche región oceánica (10.1°C) y mayor en la cuarta noche (11.8°C) (Figura 14).

3.3.2 *Salinidad (u.s.s)*

La salinidad a 10 metros de profundidad fue menor en la primera noche región del talud (33.5 u.s.s.) y mayor en la tercera noche región nerítica (33.6 u.s.s.). A 25 metros de profundidad se registró la menor salinidad en la cuarta noche región del talud (33.3 u.s.s.) y la mayor en la cuarta noche región nerítica (33.7 u.s.s.). A 50 metros de profundidad fue menor en la primera noche región oceánica (33.5 u.s.s.) y mayor salinidad cuarto transecto región nerítica (33.9 u.s.s.) (Figura 15).

3.3.3 *Densidad del agua (Kg/m³)*

La densidad del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la cuarta noche región oceánica (24.3 Kg/m³), y mayor en la tercera noche región nerítica (25.6 Kg/m³). A 25 metros de profundidad fue menor en la cuarta noche región oceánica (24.5 Kg/m³) y mayor en la segunda noche región nerítica (25.8 Kg/m³). A 50 metros de profundidad fue menor en la primera noche región oceánica (25.5 Kg/m³) y mayor en la cuarta noche región nerítica (26 Kg/m³) (Figura 16).

3.3.4 *Profundidad de mezcla (m)*

La menor profundidad de mezcla se registró en la tercera noche, región nerítica con 6.5 metros, y la mayor profundidad de mezcla se registró en la cuarta noche región oceánica de 24.6 metros (Tabla 9).

Tabla 9. Profundidad de mezcla (m) en julio de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	20.5	17.8	15.4
2	16.4	10.2	18.55
3	6.5	12.9	19.1
4	13.1	17.9	24.65

3.3.5 Profundidad de la termoclina (m)

La menor profundidad de la termoclina se registró en la tercera noche, región nerítica con 7 metros y la mayor profundidad de la termoclina registró un comportamiento igual en la segunda noche, región del talud y cuarta noche, región oceánica de 25 metros (Tabla 10).

Tabla 10. Profundidad a la cual se encontró la termoclina (m) en julio de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	22	19	16
2	17	25	20
3	7	13	22
4	13	19	25

3.3.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)

La menor intensidad de la termoclina se registró en la segunda noche, región nerítica (-0.5 °C por 5 m) y la mayor intensidad de la termoclina se registró en la cuarta noche, región oceánica (-1.4 °C por 5 m) (Tabla 11).

Tabla 11. Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad) en julio de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	-1.35	-1.11	-1.03
2	-0.51	-1.00	-1.42
3	-1.01	-0.78	-0.90
4	-0.74	-1.17	-1.49

3.4 PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS EN LA ZONA CENTRO EN OCTUBRE 1995

3.4.1 *Temperatura del agua (°C)*

La temperatura del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la segunda noche región nerítica (14.7°C), y fue mayor en la cuarta noche región del talud (19.1 °C). A 25 metros de profundidad fue menor en la segunda noche región nerítica (11.9°C), y fue mayor en la cuarta noche región del talud (17.5°C). A 50 metros de profundidad en la primera y segunda noche en la región oceánica y nerítica se registró una temperatura mínima de 11.8°C y una máxima en la región del talud de 13.1°C. (Figura 17).

3.4.2 *Salinidad (u.s.s.)*

La salinidad a 10 metros de profundidad fue menor en la tercera noche región del talud (33.7 u.s.s.) y mayor en la segunda noche región nerítica (34.2 u.s.s.). A 25 metros de profundidad en la tercera noche región del talud se registró la menor salinidad (33.5 u.s.s.) y en la primera noche región oceánica la mayor salinidad (34.2 u.s.s.). A 50 metros de profundidad en la tercera noche región del talud se registró la menor salinidad (33.5 u.s.s.), y en la segunda noche región nerítica la mayor salinidad (34.3 u.s.s.) (Figura 18).

3.4.3 Densidad del agua (Kg/m³)

La densidad del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la cuarta noche región del talud (24 kg/m³) y mayor en la segunda noche región nerítica (25.3 kg/m³). A 25 metros de profundidad fue menor en la cuarta noche región del talud (24.4 kg/m³), y mayor en la segunda noche región nerítica (25.9 kg/m³). A 50 metros de profundidad en la tercera noche región del talud se registró la menor densidad del agua (25.2 kg/m³) y en la segunda noche región nerítica la mayor densidad (26.1 kg/m³) (Figura 19).

3.4.4 Profundidad de mezcla (m)

En la primera noche en la región nerítica no se obtuvieron datos. La menor profundidad de mezcla se registró en la segunda noche, región oceánica con 7 metros y la mayor profundidad de mezcla se registró en la primera noche región del talud con 21 metros (Tabla 12).

Tabla 12. Profundidad de mezcla (m) en octubre de 1995.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	*	21	15
2	14	12	7
3	11	12	8
4	11	19	11

* Valor perdido

3.4.5 Profundidad de la termoclina (m)

La menor profundidad de la termoclina se registró en la primera noche, región nerítica, segunda y tercera noche, región oceánica con 7 metros y la mayor profundidad de la termoclina se registró en la primera noche región del talud con 31 metros (Tabla 13).

Tabla 13. Profundidad a la cual se encontró la termoclina (m) en octubre de 1995.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	7	31	16
2	16	16	7
3	25	13	7
4	10	31	10

3.4.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)

La menor intensidad de la termoclina se registró en la primera y tercera noche, región nerítica (-1.24 °C por 5 m) y la mayor intensidad de la termoclina se registró en la tercera noche, región del talud (-1.6 °C por 5 m) (Tabla 14).

Tabla 14. Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad) en octubre de 1995.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	-0.69	-0.95	-1.09
2	-0.96	-1.30	-1.29
3	-0.69	-1.60	-1.32
4	-1.24	-1.37	-1.24

3.5 PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS EN LA ZONA CENTRO EN MARZO DE 1996

3.5.1 Temperatura del agua (°C)

La temperatura del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la primera noche región nerítica y oceánica (12.9 °C) y mayor en la cuarta noche región del talud (15.2°C). A 25 metros de profundidad fue menor en la tercera noche región nerítica (12.2°C) y mayor en la

cuarta noche región del talud (15.1°C). A 50 metros de profundidad en la primera noche región del talud se registró la menor temperatura de 11.2°C y la mayor temperatura en la tercera noche misma región de 12.8°C . (Figura 20).

3.5.2 Salinidad (u.s.s.)

La salinidad a 10 metros de profundidad fue menor en la primera noche región del talud (33.8 u.s.s.) y mayor en la misma noche pero en la región nerítica (34.1 u.s.s.). A 25 metros de profundidad se registró la menor salinidad en la primera noche región del talud (33.9 u.s.s.) y mayor en la misma noche pero en la región nerítica (34.1 u.s.s.). A 50 metros de profundidad la menor salinidad se registró en la región del talud de 33.9 u.s.s. excepto para la tercera noche y la mayor salinidad en la segunda y cuarta noche región nerítica de 34.2 u.s.s. (Figura 21).

3.5.3 Densidad del agua (kg/m^3)

La densidad del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la primera noche región del talud ($25 \text{ kg}/\text{m}^3$) y mayor en la misma noche región nerítica ($25.7 \text{ Kg}/\text{m}^3$). A 25 metros de profundidad la menor densidad del agua se registró en la cuarta noche región del talud ($25.1 \text{ kg}/\text{m}^3$) y la mayor en la tercera noche región nerítica ($25.8 \text{ kg}/\text{m}^3$). A 50 metros de profundidad durante las cuatro noches la región oceánica presentó una densidad del agua de $25.9 \text{ Kg}/\text{m}^3$ y cerca de Punta San Roque región nerítica fue de $26 \text{ kg}/\text{m}^3$ (Figura 22).

3.5.4 Profundidad de mezcla (m)

La menor profundidad de mezcla se registró en la tercera noche, región nerítica (9.6 metros) y la mayor profundidad de mezcla se registró en la primera noche, región nerítica y región oceánica (40.58 metros) (Tabla 15).

Tabla 15. Profundidad de mezcla (m) en marzo de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	40.58	18.5	40.58
2	25.95	24.8	26.6
3	9.6	21.4	13.9
4	26.72	39.2	24.6

3.5.5 Profundidad de la termoclina (m)

La menor profundidad de la termoclina se registró en la primera noche, región nerítica y región oceánica (10 metros) y la mayor profundidad de la termoclina se registró en la cuarta noche, región del talud (40 metros) (Tabla 16).

Tabla 16. Profundidad a la cual se encontró la termoclina (m) en marzo de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	10	19	10
2	25	34	22
3	19	22	13
4	19	40	25

3.5.6 Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)

La menor intensidad de la termoclina se registró en la primera noche, región nerítica y oceánica (-0.29 °C por 5m) y la mayor intensidad de la termoclina se registró en la cuarta noche, región del talud (-1.15 °C por 5 m) (Tabla 17)

Tabla 17. Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad) en marzo de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	-0.29	-1.12	-0.29
2	-0.34	-0.75	-0.41
3	-0.75	-0.51	-1.06
4	-0.37	-1.15	-0.72

3.6 PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS EN LA ZONA CENTRO EN JULIO DE 1996

3.6.1 *Temperatura del agua (°C)*

La temperatura del agua a 10 metros de profundidad fue menor durante la primera noche región nerítica (14.7°C) y mayor en la cuarta noche región del talud (18.7°C). A 25 metros de profundidad fue menor en la segunda noche región nerítica (12.2°C) y mayor en la primera noche región del talud (17.4°C). A 50 metros de profundidad fue menor en la primera noche región oceánica (11.4°C) y mayor en la cuarta noche región del talud (13.2°C) (Figura 23)

3.6.2 *Salinidad (u.s.s.)*

La salinidad a 10 metros de profundidad fue menor en la región del talud (33.5 y 33.7 u.s.s) y mayor en la región nerítica (33.8 u.s.s.). A 25 metros de profundidad se registró la menor y mayor salinidad en la región oceánica en la tercera noche de 33.3 u.s.s. y en la primera noche de 34 u.s.s. A 50 metros de profundidad fue menor en la tercera noche región oceánica (33.3 u.s.s.) y mayor en la cuarta noche región nerítica (34.1 u.s.s.) (Figura 24).

3.6.3 *Densidad del agua (Kg/m³)*

La densidad del agua a 10 metros de profundidad fue menor en la tercera noche región del talud (24.1 Kg/m³) y mayor en la región nerítica (25.1 Kg/m³). A 25 metros de profundidad fue menor durante la primera noche región del talud (24.3 Kg/m³) y mayor en la primera

noche región oceánica (25.7 Kg/m³). A 50 metros de profundidad fue menor en la tercera noche región oceánica (25.1 Kg/m³) y menor en la cuarta noche región nerítica (26 Kg/m³) (Figura 25).

3.6.4 Profundidad de mezcla (m)

La menor profundidad de mezcla se registró en la segunda noche, región nerítica de 7.3 metros y la mayor profundidad de mezcla se registró en la primera noche, región del talud de 33.5 metros (Tabla 18).

Tabla 18. Profundidad de mezcla (m) en julio de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	9.5	33.5	15.1
2	7.3	8.2	12.6
3	7.6	15.9	12.3
4	14.9	11.0	13.8

3.6.5 Profundidad de la termoclina (m)

La menor profundidad de la termoclina se registró en la tercera noche, región oceánica de 7 metros y la mayor profundidad de la termoclina se registró en la primera noche, región del talud de 35 metros (Tabla 19).

Tabla 19. Profundidad a la cual se encontró la termoclina (m) en julio de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	8	35	16
2	14	16	13
3	26	11	7
4	13	13	13

3.6.6 Intensidad de la termoclina (Diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad)

La menor intensidad de la termoclina se registró en la primera noche, región nerítica (-0.72 °C por 5 m) y la mayor intensidad de la termoclina se registró en la tercera noche, región del talud (-1.5 °C por 5 m) (Tabla 20).

Tabla 20. Intensidad de la termoclina (diferencia en grados centígrados por cada 5 metros de profundidad) en julio de 1996.

NOCHE	Región Nerítica	Región del Talud	Región Oceánica
1	-0.72	-1.32	-1.06
2	-0.99	-1.27	-1.22
3	-0.76	-1.55	-1.28
4	-0.78	-1.00	-1.01

3.7 HIDROACUSTICA

Todos los datos acústicos fueron analizados durante la noche, entre las 19:00 y las 5:00 horas, puesto que los peces se encuentran más dispersos y cercanos a la superficie (Gallardo-Cabello *et al.*, 1991). Esto es importante porque el análisis de eco-conteo se baso en el tamaño de distribución de los ecos individuales de los peces (Robinson *et al.*, 2000).

3.7.1 ZONA NORTE

3.7.1.1 *Ecogramas analizados por crucero, totales y positivos*

Durante el crucero de julio se analizaron más ecogramas, siguiendo el crucero de octubre y por último marzo. Sin embargo en octubre se obtuvo un mayor número de ecogramas positivos y el crucero de marzo registró el menor número de ecogramas positivos (Tabla 21).

Tabla 21. Ecogramas totales y ecogramas positivos analizados por crucero

Crucero	Total	Positivos	pos/tot (%)
Octubre 1995	72	26	36.1
Marzo 1996	44	6	13.6
Julio 1996	70	15	21.4

3.7.1.2 *Ecogramas analizados por crucero totales y positivos y el porcentaje en las dos profundidades*

De 10 a 25 metros de profundidad se registró un mayor número de ecogramas positivos en octubre y marzo, en julio el mayor número de ecogramas positivos se registró en la profundidad de 25 a 50 metros. En octubre y marzo se registró una mayor relación de ecogramas positivos en la profundidad de 10 a 25 metros y en julio la profundidad de 25 a 50 metros registró una mayor relación de ecogramas positivos (Tabla 22).

Tabla 22. Ecogramas totales y ecogramas positivos en cada crucero y profundidad.

10 A 25 METROS

25 A 50 METROS

Crucero	Total	Positivo	pos/tot (%)	Total	Positivo	pos/tot (%)
Octubre	36	17	47.2	36	9	25.0
Marzo	22	4	18.1	22	3	13.6
Julio	35	6	17.1	35	9	25.7

3.7.1.3 Ecogramas analizados por crucero, el porcentaje entre los totales y los positivos en ambas profundidades durante las cuatro noches

El crucero de octubre registró el mayor número de ecogramas positivos, siendo la primera noche donde se registró un mayor número de ecogramas positivos y una mayor relación con respecto a los demás cruceros. Marzo fue el crucero en donde se registraron pocos ecogramas positivos. En julio se registraron ecogramas positivos para las tres primeras noches y en la cuarta noche los ecogramas que se registraron fueron negativos (Tabla 23).

Tabla 23. Número de ecogramas, ecogramas positivos y el porcentaje (positivos/totales).

OCTUBRE 1995

Noche	Total	Positivos	pos/tot (%)
1	14	11	78.5
2	22	4	18.1
3	18	5	27.7
4	18	6	33.3

MARZO DE 1996

Noche	Total	Positivos	pos/tot (%)
1	6	2	33.3
2	18	0	0
3	18	4	22.2
4	2	0	0

JULIO DE 1996

Noche	Total	Positivos	pos/tot (%)
1	16	1	6.25
2	16	7	43.7
3	22	7	31.8
4	16	0	0

3.7.1.4 Relación de los ecogramas positivos y totales por fuerza de blanco en los tres cruceros y las tres regiones

3.7.1.4.1 Región Nerítica

En marzo no se registraron ecogramas positivos (Tabla 24).

Tabla 24. Ecogramas positivos, número de ecos, por rango de Fuerza de Blanco.

Crucero	Ecogramas Positivos			No. de Ecos	Pos/tot (%)		
	-37dB	-40dB	-43dB		-37dB	-40dB	-43dB
Octubre	8	6	6	11	72.7	54.5	54.5
Marzo	0	0	0	0	0	0	0
Julio	2	4	3	4	5.0	1.00	75.0

3.7.1.4.2 Región del Talud

El crucero de julio registró una mayor abundancia de peces (ind/ha). En marzo no se registraron ecogramas positivos. El crucero de octubre registró una menor abundancia de peces con respecto a julio (Tabla 25).

Tabla 25. Ecogramas positivos, número de ecos, por rango de Fuerza de Blanco.

Crucero	Ecogramas Positivos			No. de Ecos	Pos/tot (%)		
	-37dB	-40dB	-43dB		-37dB	-40dB	-43dB
Octubre	1	2	3	6	16.6	33.3	5.0
Marzo	0	0	0	0	0	0	0
Julio	4	3	5	5	8.0	6.0	1.00

3.7.1.4.3 Región Oceánica

Se observa en el crucero de marzo la presencia de peces (ind/ha) llegando a tener un comportamiento similar en octubre y julio (Tabla 26).

Tabla 26. Ecogramas positivos, número de ecos, por rango de Fuerza de Blanco.

Crucero	Ecogramas Positivos			No. de Ecos	Pos/tot (%)		
	-37dB	-40dB	-43dB		-37dB	-40dB	-43dB
Octubre	6	6	7	9	66.6	66.6	77.7
Marzo	5	7	4	6	83.3	1.16	66.6
Julio	4	5	4	6	66.6	83.3	66.6

3.7.2 ZONA CENTRO

3.7.2.1 Ecogramas analizados por crucero, totales y positivos

El crucero de julio reportó el mayor número de ecogramas totales y positivos, siguiendo octubre y por último marzo (Tabla 27).

Tabla 27. Ecogramas totales y ecogramas positivos analizados por crucero

Crucero	Total	Positivos	Pos/Tot (%)
Octubre 1995	63	30	47.6
Marzo 1996	48	11	22.9
Julio 1996	68	32	47.0

3.7.2.2 Ecogramas analizados por crucero totales y positivos y el porcentaje en las dos profundidades

Se puede observar que de 10 a 25 metros de profundidad se registró un mayor número de ecogramas positivos en octubre. En marzo la profundidad de 25 a 50 metros registró el mayor número de ecogramas positivos y en julio ambas profundidades registraron igual número de ecogramas tanto totales como positivos. Se observó que en octubre existió una mayor relación en la profundidad de 10 a 25 metros. En marzo la profundidad de 25 a 50 metros registró una mayor relación con respecto a la profundidad de 10 a 25 metros y en el crucero de julio ambas profundidades tuvieron una relación igual. (Tabla 28).

Tabla 28. Ecogramas totales y ecogramas positivos en cada crucero y profundidad

Crucero	10 A 25 METROS			25 A 50 METROS		
	Total	Positivo	pos/tot (%)	Total	Positivo	pos/tot (%)
Octubre	32	18	56.2	31	12	38.7
Marzo	24	4	16.6	24	7	29.1
Julio	34	16	47.5	34	16	47.0

3.7.2.3 *Ecogramas analizados por crucero, el porcentaje entre los totales y los positivos en ambas profundidades y las cuatro noches*

En el crucero de julio, cuarta noche se registró el mayor número de ecogramas positivos y la mayor relación. En el crucero de marzo cuarta noche se registró el menor número de ecogramas totales y no existió ningún ecograma positivo. En octubre la primera y cuarta noche registraron una relación igual (Tabla 29).

Tabla 29. Número de ecogramas y ecogramas positivos

OCTUBRE DE 1995

Noche	Total	Positivos	pos/tot (%)
1	11	6	54.5
2	16	7	43.7
3	14	5	35.7
4	22	12	54.5

MARZO DE 1996

Noche	Total	Positivos	pos/tot (%)
1	16	7	43.7
2	14	2	14.2
3	10	2	2.0
4	8	0	0.0

JULIO DE 1996

Noche	Total	Positivos	pos/tot (%)
1	10	8	8.0
2	18	5	27.7
3	14	4	28.5
4	26	15	57.6

3.7.2.4 Relación de los ecogramas positivos y totales por fuerza de blanco en los tres cruceros y las tres regiones

3.7.2.4.1 Región Nerítica

La abundancia de peces fue mayor en julio siguiendo octubre y después marzo (Tabla 30).

Tabla 30. Ecogramas positivos, número de ecos por rango de Fuerza de Blanco.

Crucero	Ecogramas Positivos			No. de Ecos	Pos/tot (%)		
	-37dB	-40dB	-43dB		-37dB	-40dB	-43dB
Octubre	12	8	9	22	54.5	36.4	40.9
Marzo	1	1	2	9	11.1	11.1	22.2
Julio	15	14	18	24	62.5	58.3	75.0

3.7.2.4.2 Región del Talud

En marzo no hubo registró de ecogramas positivos, julio registro el mayor número de ecos (Tabla 31).

Tabla 31. Ecogramas positivos, número de ecos, por rango de Fuerza de Blanco.

Crucero	Ecogramas Positivos			No. de Ecos	Pos/tot (%)		
	-37dB	-40dB	-43dB		-37dB	-40dB	-43dB
Octubre	3	2	2	3	1.0	66.6	66.6
Marzo	0	0	0	0	0	0	0
Julio	2	3	2	6	33.3	5.0	33.3

3.7.2.4.3 Región Oceánica

El crucero de octubre registró una mayor abundancia de ecos relacionados con peces (Tabla 32).

Tabla 32. Ecogramas positivos, número de ecos, por rango de Fuerza de Blanco.

Crucero	Ecogramas Positivos			No. de Ecos	Pos/tot (%)		
	-37dB	-40dB	-43dB		-37dB	-40dB	-43dB
Octubre	5	5	4	5	1.0	1.0	8.0
Marzo	1	1	1	2	5.0	5.0	5.0
Julio	1	2	1	2	5.0	1.0	5.0

3.8 ARRASTRES CON RED DE MEDIA AGUA ISAACS - KIDD

Se llevaron a cabo arrastres con una red de media agua Isaac-Kidd con la finalidad de corroborar lo observado en la ecosonda. En la zona norte se llevaron a cabo 26 arrastres (10 en el crucero de octubre, 6 en el crucero de marzo y 10 en el crucero de julio) y lo que se observó en el ecograma no fue un cardumen sino mucho zooplancton (eufáusidos).

En la zona centro se llevaron a cabo 34 arrastres (15 en el crucero de octubre, 6 en el crucero de marzo y 13 en el crucero de julio). En esta zona si se logró capturar a las especies en estudio (Tabla 33).

Tabla 33. Zona centro en la cual se observa la fecha, noche, latitud, longitud, el arrastre inicial y final, la velocidad y la profundidad de arrastre, en donde se capturo a las especies pelágicas a una velocidad promedio de 5 nudos.

Fecha	14/Oct./95	14/Oct./95	13/Marzo/96	14/Marzo/96
Noche	3	3	1	2
Estación	26 - 27	27 - 28	9 - 8	20 - 21
Región	Tal-Nerítico	Nerítico	Nerítico-Tal	Tal-Nerítico
Lat. Inicial	26°58'71"	27°05'090"	27°34'94"	27°01'97"
Lon. Inicial	114°11'161"	114°19'524"	114°52'467"	114°23'050"
Lat. Final	27°00'410"	27°30'98"	27°34'32"	27°02'89"
Long. Final	114°13'302"	114°20'794"	114°53'39"	114°21'757"
Arras. Inicial	02:18 horas	04:25 horas	00:50 horas	00:16 horas
Arras. Final	02:52 horas	04:38 horas	01:13 horas	01:35 horas
Prof. Arrast	26 metros	30 metros	25 metros	20 metros
Fecha	02/Julio/96	03/Julio/96	04/Julio/96	06/Julio/96
Noche	1	1	2	4
Estación	1 - 2	2 - 3	16 - 17	44 - 45
Región	Oceánico-Tal	Tal-Nerítico	Nerítico-Tal	Nerítico
Lat. Inicial	27°43'892"	27°46'944"	27°17'110"	27°29'280"
Long. Inicial	115°13'005"	115°08'	114°32'097"	114°43'610"
Lat. Final	27°45'078"	27°47'63"	27°15'524"	27°24'230"
Long Final	115°10'648"	115°06'80"	114°32'285"	114°43'160"
Arrast. Inicial	22:48 horas	00:15 horas	01:29 horas	02:51 horas
Arrast Final	23:21 horas	00:39 horas	01:55 horas	03:24 horas
Prof Arrast	30 metros	22.6 metros	33.0 metros	18.2 metros

3.9 RELACIÓN ENTRE DATOS OCEANOGRÁFICOS Y ECOS

Para poder determinar la relación que existió entre los parámetros oceanográficos y los pelágicos menores se utilizó una prueba de correlación lineal.

3.9.1 ZONA NORTE

Los resultados demostraron que existió una relación negativa entre la salinidad a 25 metros en la región del talud y los ecogramas positivos (Figura 26). Con respecto a la densidad del agua, también se encontró una relación negativa pero solo en la región oceánica (Figura 27).

3.9.2 ZONA CENTRO

Para esta zona se encontró un mayor número de relaciones significativas entre los ecos y los parámetros oceanográficos. Existió un grado de asociación inversa y lineal entre la salinidad a 10 y 50 metros en la región del talud y los ecogramas positivos (Figuras 28 y 29). Con respecto a la densidad del agua a 25 y 50 metros, ambos en la región del talud, también fue negativa y lineal (Figuras 30 y 31). Con respecto a la profundidad de la termoclina en la región nerítica y los ecogramas positivos el grado de asociación también fue negativa y lineal (Figura 32). Finalmente, con respecto a la temperatura a 50 metros en la región oceánica también fue negativa (Figura 33)

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSION

El estudio del comportamiento migracional de los cardúmenes de peces pelágicos por medio de la hidroacústica y la influencia de los parámetros oceanográficos relacionados con la distribución y abundancia de los cardúmenes fue posible gracias a que se analizaron tres épocas del año que permitieron un análisis confiable debido a la cantidad de datos analizados. En ambas zonas se observó una mayor abundancia de peces en el crucero de octubre de 1995, siguiendo julio de 1996 y por último marzo de 1996. En general en los ecogramas analizados para la zona norte se observó una escasa presencia de ecos fuertes relacionados con individuos de sardina y anchoveta. El mismo comportamiento fue observado por Blackburn y Thorne (1974); González (1996), López, (2000). Es posible que los peces hayan migrado a otras zonas.

En la zona norte, se encontró que la salinidad y la densidad del agua tuvieron un grado de asociación significativa con la abundancia de ecos, principalmente en la región del talud y región oceánica. El comportamiento de la salinidad del agua a 25 metros de profundidad en la región del talud con respecto a los ecos positivos fue que a menor salinidad mayor número de ecos, sin embargo a mayor incremento de salinidad los ecos tienden a estabilizarse (figura 26). Con respecto a la densidad de agua (kg/m^3) a la misma profundidad, en la región oceánica, se observó que a menor densidad del agua hay un mayor número de ecos y conforme aumenta la densidad del agua los ecos disminuyeron para posteriormente aumentar (figura 27).

En la zona centro, la salinidad, la densidad del agua, la profundidad de la termoclina y la temperatura del agua tuvieron un grado de asociación inversa y lineal con respecto a la abundancia de ecos. Estas asociaciones se registraron principalmente en la región del talud, lo cual puede indicar que los pelágicos habitan en aguas cercanas a la costa, como lo menciona (Sture Hansson 1995).

La salinidad reportada para esta región fue baja (Robinson *et al.*, 2000). La salinidad presentó un grado de asociación negativa y lineal. En general, el comportamiento que se observó a 10 metros de profundidad en la región del talud fue que a menor salinidad mayor número de ecos (figura 28) y a los 50 metros de profundidad el comportamiento fue similar aunque tiende a

estabilizarse conforme la salinidad aumenta, (figura 29). En general los valores de salinidad oscilaron entre los 33.4 y 34.2 u.s.s. lo cual indica que se asocia a la masa de agua norteña (Cervantes-Duarte, 1993).

El comportamiento de la densidad del agua (kg/m^3) en la región del talud a 25 metros de profundidad fue que a menor densidad mayor número de ecos con una tendencia a incrementar cerca de los 25.4 kg/m^3 (figura 30). A los 50 metros de profundidad se observó la presencia de un mayor número de ecos a baja densidad del agua (figura 31). En general la densidad del agua varía en pequeñas cantidades y esta variación es causada por las corrientes oceánicas (Grant, 1995)

La profundidad de la termoclina en la región nerítica también tuvo un comportamiento similar a los parámetros anteriores, esto es, a menor profundidad de la termoclina mayor número de ecos (Figura 32). En estudios anteriores en la zona, González (1996) reportó el comportamiento de la termoclina entre los 15 y 35 metros, lugar en donde se localizó la mayor abundancia de eufáusidos y peces. Es muy probable que la ingestión de la mayor parte de los organismos macroscópicos ocurra durante las horas de mediana intensidad luminosa, que es cuando los organismos del zooplancton realizan migraciones verticales a las capas superficiales para alimentarse del fitoplancton (Gallardo-Cabello *et. al.*, 1991).

En general el grado de asociación entre la temperatura y la abundancia de ecos fue negativa observándose que a menor temperatura mayor número de ecos (Figura 33), sin embargo esta asociación solo fue significativa con los datos de la región oceánica. Otros estudios indican que la temperatura y la abundancia de peces no es significativa (Sture Hansson, 1995). En el presente trabajo, los valores de temperatura reportados estuvieron asociados a la masa de agua norteña y dentro de los intervalos reportados para la Corriente de California, con temperaturas menores a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (Cervantes- Duarte 1993).

Probablemente se encontró una mayor relación de los ecos y los parámetros oceanográficos en la zona centro debido a la presencia de surgencias costeras generalmente más frías en la región

nerítica que en el talud y el océano (López, 2000). Las características de las aguas superficiales hacen que los cardúmenes migren constantemente de un lugar a otro, moviéndose no solo horizontalmente, sino también verticalmente (Ruiz, 1979).

Durante los cruceros analizados la captura de peces pelágicos fue escasa con la red Isaac-Kidd de media agua, esto pudo deberse a que el nado de los peces es rápido (Sture Hansson, 1995), ya que los datos con la ecosonda reportaron una presencia de organismos pelágicos.

Se puede concluir que los cardúmenes de peces pelágicos de anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) y sardina monterrey (*Sardinops sagax*)

- a) En este estudio se reportó mayor abundancia en la zona centro, crucero de octubre de 1995, en la región del talud.
- b) El comportamiento migracional en la columna de agua es que se desplazan durante las horas oscuras hacia la superficie aproximadamente entre los 18 hasta los 33 metros de profundidad.
- c) Los parámetros oceanográficos que más influyeron en los cardúmenes fueron: La profundidad de la termoclina, la salinidad, la densidad del agua y la temperatura.
- d) El comportamiento que se observó en las seis gráficas fue que a menor profundidad de la termoclina, a menor salinidad, a menor densidad del agua y a menor temperatura se presentó un mayor grado de asociación con el número de ecogramas.
- e) La longitud patrón de los peces que se lograron capturar fue de 10 a 11 centímetros, lo cual nos puede indicar que fueron especies juveniles.

García (1996, 1997) menciona que en 1995 la talla promedio para la sardina fue de 17.4 cm de longitud patrón con intervalos entre 14.5 cm a 24.5 cm de longitud patrón. Para la anchoveta la talla promedio fue de 12.9 cm de longitud patrón con intervalos entre 9.6 cm a 14.6 cm de longitud patrón.

En 1996 la talla promedio para la sardina fue de 18.9 cm de longitud patrón con intervalos entre 12.5 cm a 30.0 cm de longitud patrón para la Anchoveta la talla promedio fue de 11.9 cm de longitud patrón con intervalos entre 9.6 cm a 15.0 cm de longitud patrón.

Con la información obtenida durante este estudio se hizo evidente la necesidad de proponer una mejor estrategia de muestreo. Comparando el método de muestreo que se utilizó en este estudio (zig-zag) y en estudios anteriores (los cuales fueron perpendiculares) se observó que no hubo una variación en los datos obtenidos, solamente que, realizando el estudio perpendicularmente se emplea menos tiempo.

El método hidroacústico empleado no permitió diferenciar con absoluta certidumbre el valor de fuerza de blanco por especie para pelágicos menores. También se sugiere el empleo de una red más adecuada tipo media agua para capturar pelágicos adultos ya que la correlación entre abundancia de ecos y volumen de captura es todavía el método más aceptado para estudios hidroacústicos, también cuando se observe un cardumen en la pantalla de la computadora, llevar a cabo el lance empleando el menor tiempo posible puesto que el nado de los peces pelágicos es rápido.

Este trabajo junto con otros desarrollados en este laboratorio corresponde a los primeros realizados en México dentro de este campo dado que el uso de ecosondas científicas para evaluar poblaciones de peces es de reciente instauración y, hasta donde se conoce único en el país.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

5. BIBLIOGRAFIA

Alvarez-Borrego, S. y R. A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua del Golfo de California.

Ciencias Marinas, 5(20): 53-71.

Amador Buenrostro, A. 1976. Características de las áreas de surgencia en las aguas adyacentes a la bahía de Todos los Santos. Tesis de Licenciatura en Biología. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, 54 pp.

Arenas, V. 1992. Ecosistemas de surgencia. Ciencia, 43: 91-95.

Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North America, 1967-73
NOAA Technical Reports, NMFS. SSRF. 693.

Barber, R.T. y Smith, R.L. 1981. Coastal upwelling ecosystems: 31-68 In: Longhurst, A.(ed).
Analysis of Marine Ecosystems. Academic Press, New York.

Barton, E. D: y Argote, M. L. 1980. Hydrographic variability in an upwelling area off northern
Baja California in June 1976. J Mar. Res., 38: 631-649.

Blackburn, M. y Thorne R.E. 1974 Composition, biomass and distribution of Pelagic nekton
in a coastal upwelling area off Baja California, México. *Thethys*, 6:281-290.

Bertram. B.C.R. 1978. Living in groups, predator and prey. In J.R. Krebs and N.B. Davies
(eds.), Behavioral Ecology: An Evolutionary Approach. John Wiles. New York: 64-96.

Beverton, R. J. 1983. Science and decision-making in fisheries regulations. FAO Fish. Rep.
291(3): 919-936.

- Burczynski 1992. Introducción al uso de sistemas de sonar para la estimación de la biomasa de peces. FAO, Documentos técnicos de Pesca. 191:1-250.
- Butler, J. L. 1987 Comparison of the early life history parameters of Pacific sardine and northern anchovy and implications for species interactions. Ph.D. thesis, UC San Diego, Scripps Institutions of Oceanography, La Jolla Calif. 242 p.
- Cadet, H.H. y L. Berner Jr., 1959. Food on the pacific sardine (*Sardinops caerulea*) Fish. Bull. Fish. And Wildlife Ser. 60: 175-184.
- Cervantes-Duarte, 1993. Condiciones de surgencia asociadas a la distribución de zooplancton en San Hipolito B.C.S. Ciencias Marinas. 19(1): 117-135.
- Chávez de Ochoa, M.C. 1975. Algunas condiciones de surgencia durante la primavera de 1974, para el área adyacente a Punta Banda, Baja California. Ciencias Marinas. 2(2):111-124.
- Chiappa-Carrara, X., 1988. Consideraciones bioecológicas sobre la alimentación, crecimiento, hábitos alimenticios y contenido calórico de la dieta de las poblaciones de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard, localizadas en las costas occidentales de Baja California. Tesis de Licenciatura en Biología. UACPyP-CCH-UNAM, 131 p.
- Chiappa-Carrara, X., M. Gallardo-Cabello y M. Jacob-Cervantes. 1989. Análisis del régimen alimentario de tres poblaciones de la Anchoveta *Engraulis mordax* Girard (Pisces:Engraulidae), en el Norte de Baja California. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 16(2):361-378.
- Cisneros-Mata, M.A. 1991. Pesquería de Sardina. Centro Regional de la Investigación Pesquera. Guaymas. 14 p.

- Collins., R.A. 1971. Size and age composition of northern anchovies, *Engraulis mordax*, in the California reduction and canning fisheries 1968-1969 season. Calif. Dept. Fish and Game, Fish. Bull., 57(4):283-289.
- Cota, V. A. 1972. Estudio oceanográfico-químico de la surgencia localizada en la zona de Punta Banda, Baja California. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC. 63 pp.
- Csirke, J. 1988. Small shoaling pelagic fish stocks: 271-362. In: Gulland, J.A. (ed). Fish population dynamics. 2nd ed. John Wiley and Sons, Ltd.
- Eggers. D.M. 1976. Theoretical effect of schooling by planktivorous fish predators on rate of prey consumption. J. Theor. Biol., 33: 1964-1971.
- Escudero, D.M., 1984. Estudio de la pesquería de Anchoveta *Engraulis mordax*, mexicana. Inst. C. Mar. y Limn. UNAM: Tesis de Maestría, 75 p.
- Félix-Uraga, R. Alvarado-Castillo, R.M. y Carmona, R. 1996. The Sardine Fishery along the Western coast of Baja California, 1981-1994. CalCOFI Rep. 37:1-5.
- Gallardo-Cabello, M., 1985a. Determinación de la edad de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard, en aguas de Baja California Norte (Pisces: Engraulidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 12(1):221-234.
- Gallardo-Cabello, M., 1985b. Análisis del crecimiento de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard, en aguas de Baja California Norte (Pisces:Engraulidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 12(1):235-252.

- Gallardo-Cabello, M., 1985c: Determinación de la mortalidad total y natural de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard, en aguas de Baja California Norte (Pisces:Engraulidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 12(1):253-260.
- Gallardo-Cabello, M. y X. Chiappa-Carrara. 1990. Estudio de las variaciones regionales en el crecimiento, la longevidad y la mortalidad natural de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard (Pisces:Engraulidae) en el norte de Baja California, Durante los años de 1986-1987. An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 17(1):131-146.
- Gallardo-Cabello, M., M. Jacob-Cervantes y X. Chiappa-Carrara. 1991. Análisis de los hábitos alimentarios y del aporte del carbono de las presas a la dieta de la sardina crinuda, *Opisthonema libertate*, Gunther 1866 (Pisces: Clupeidae) en el Golfo de California. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 18(1): 37-48.
- García-Franco, W. 1988. Mecanismos Pesqueros del País. Secretaría de Pesca. Inst. Nac. Pesca.
- García F.W. y Sánchez R.F.J. 1996 Boletín Anual Temporada 1995. Proyecto Pelágicos menores. Secretaría de medio ambiente, recursos naturales y pesca. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de investigación pesquera de Ensenada. 1-16.
- García F. W. y Sánchez R.F.J. 1997 Boletín Anual Temporada 1996. Proyecto Pelágicos menores. Secretaría de medio ambiente, recursos naturales y pesca. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de investigación pesquera de Ensenada. 1-16.
- Gómez Valdés, J. 1983. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. Ciencias Marinas. 9(2): 75-86.

Gómez-Gutierrez, J.C. Robinson-Mendoza y V. Arenas-Fuentes. 1998. La hidroacústica, una moderna herramienta para el estudio de la biología y la ecología del sistema pelágico marino. Ciencia. 49(2): 11-22.

González Davila G. 1988. Evaluación de la pesquería de Anchoveta *Engraulis mordax*. Girard, 1856 de Baja California México y perspectivas de su regulación. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias UNAM.

González M A. y Gaxiola C. 1991. Variación día a día de características fisicoquímicas, biomasa y productividad primaria del fitoplancton en una zona de surgencia costera de Baja California. Ciencias Marinas, 17(3): 21-37.

González Chavez G. 1996. Estudio de la migración, distribución y abundancia de Eufausidos por medio de la hidroacustica en la Costa Occidental de Baja California, Mexico. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM.

Grant G. M., 1995. Principles of Oceanography. Seventh edition. Prentice Hall, Englewood cliffs, New Jersey.

Haugen, C. W., J. D. Messersmith y R. H. Wickwire, 1969. Progress report on anchovy on tagging off California and Baja California, March 1966 through May 1969. Calif. Dep. Fish. Game Fish. Bull. 147:75-89.

Holt, S.J. 1975. Los recursos alimenticios del océano. Oceanografía. Selecciones del Scientific American. Edit. Blume, Madrid: 400-414.

Instituto Nacional de la Pesca 1996. Boletín anual temporada 1995. CRIP, Ensenada.

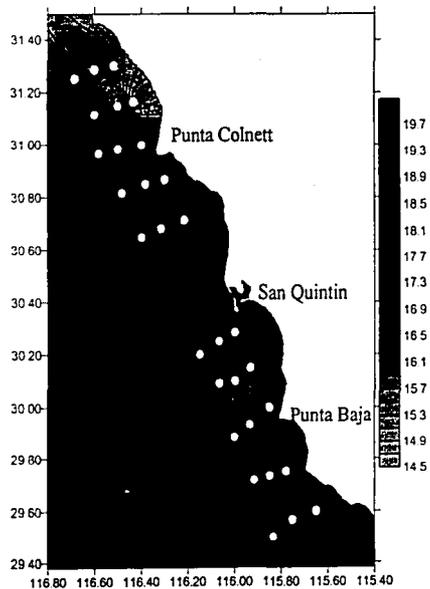
- Keen, W.H. 1982. Behavioral interactions and body size differences in competition for food among juvenile brown bullhead (*Ictalurus nebulosus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 39:316-320.
- Kondo, K. 1980. The recovery of the Japanese sardine: the biological basis of stock-size fluctuations. Rapp. P. V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer 177:332-254.
- Lasker, R. y A. MacCall. 1983. New ideas on the fluctuations of the clupeoid stocks off California. In CNC/SCOR Proc. JOA: 1982. General symposia, Ottawa, 110-120.
- Lewis, R. C. 1929. Food habits of the California Sardine. Bull. Of the Scripps Inst. Oceanogr. 2(3):156-180.
- Lindem, T. y Hourri, H. A. 1988. Hydro Acoustic Data Acquisitions System HADAS. Department of Physics, University Oslo, Oslo Norway. 4p.
- Longhurst, A y D Pauly. 1987. Ecology of Tropical Oceans. Academic Press, Londres 122 p.
- López Serrano, A. 2000. Distribución y abundancia de las poblaciones de pelágicos menores cuantificada mediante metodos hidroacusticos de alta frecuencia en la Costa Occidental de Baja California. Durante Octubre de 1994. Tesis de Licenciatura en Biología. ENEP Iztacala. UNAM. 87 p
- Love, R.H. 1971. Dorsal aspect target strength of an individual fish. Jour Acoust. Soc. Am. 49:816-824.
- Mais, K. F. 1974. Pelagic fish surveys in the California Current. Calif. Dept. Fish and Game Fish. Bull., 162:1-79.

- Mallicoate, D. L. y R. H. Parrish, 1981. Seasonal growth patterns of California stocks of northern anchovy, *Engraulis mordax*, Pacific mackerel, *Scomber japonicus* and Jack mackerel, *Trachurus symmetricus*. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep., 22:69-81.
- Mc Hugh, J. L. 1951. Meristic variations and populations of northern anchovy (*Engraulis mordax mordax*). Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 6:123-160.
- Morales Zúñiga, C. 1977. Variaciones estacionales de la temperatura en la bahía de Todos Santos, B.C. Ciencias Marinas, 4(1):23-33.
- Morgan, M.J. 1988. The effect of hunger, shoal size and the presence of a predator on shoal cohesiveness in bluntnose minnows. *Pimephales notatus*. Ratnesque. J. Fish. Biol., 32:963-971.
- Olst, J.C. van y Hunter, J.R. 1970. Some aspects of the organization of fish schools. J. Fish. Res. Bd. Canada. 27:1225-1238.
- Parrish, R. H., A. Bakun, D. M. Husby, y C.S. Nelson. 1983. Comparative climatology of selected environmental processes in relation to eastern boundary current pelagic fish reproduction. In Proceedings of the Expert Consultation to Examine Changes in Abundance and Species Composition of Neritic Fish Resources, San Jose, Costa Rica, April 1983. G. D. Sharp and J. Csirke, eds. F.A.O. Fish Rep. 291(3):731-777.
- Parrish, R. H., D. L. Mallicoate y K.F. Mais, 1985. Regional variations in the growth and age composition of northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull., 83:483-496.
- Pauly, D., M. L. Palomares, y F. C. Gayanilo. 1987. VPA estimates of the monthly population length composition, recruitment, mortality, biomass and related statistics of Peruvian anchoveta 1953-1981. In The Peruvian and I. Tsukayama, eds. ICLARM Studies and Reviews 15:142-166.

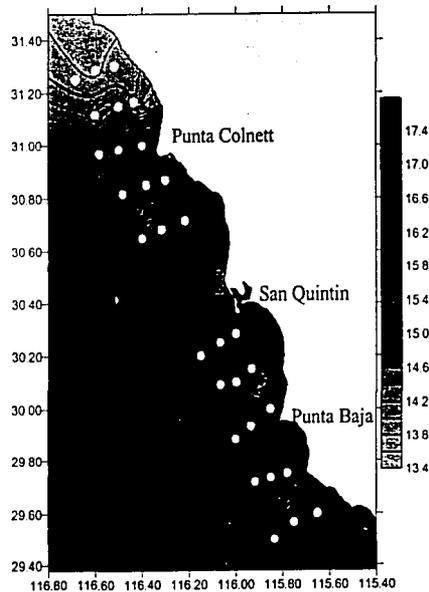
- Pavía, E. y Reyes S. 1983. Variaciones espaciales y estacionales del viento superficial en la bahía de Todos Santos, B.C. Ciencias Marinas, 9(1):151-167.
- Pinet, G. 1992. Oceanography. Blackwell ed. New York. 143-159.
- Pitcher. T.J., Magurran, A.E. y Allan, J.R. 1983. Shifts of behaviour with shoal size in cyprinids. Proc. 3rd Brit. Freshw. Fish. Conf., 220-228.
- Pitcher. T.J., Magurran, A.E. y Eduards. J.I. 1985. Schooling mackerel and herring choose neighbours of similar size. Mar. Biol., 86: 319-322.
- Pitcher, T.J. 1986. Predators and food are the keys to understanding fish shoals: a review off recent experiments. Nat. Canad. Rev. Ecol. Syst. 113:225-233.
- Reid. J.L. 1960. Measurements of California Current at a depth at 250 m. Jour. Mar. Res. 20(2):134-137.
- Robinson, C.J, Arenas, F.V. y Gómez, G.J. 1995. Diel vertical and offshore-inshore movements of anchovies off the central Baja California coast. Journal of Fish Biology. 47:877-892.
- Robinson, C.J. 1998. The red-crab bloom off the west coast of Baja California, Mexico. Journal of Plankton Research 20(10):2009-2016.
- Robinson, C.J., Gómez G.J; Félix U.R; y Arenas F.V. 2000. Seasonal hydro-acoustical observations of small Pelagic fish behaviour in Bahía Magdalena, México. Aquat. Living Resours. 13(1):11-18.
- Rubenstein. D.I., 1981. Individual variation and competition in the everglades pygmy sunfish. J. Anim. Ecol., 50:337-350.

- Ruiz, M. F. 1979 Descripción de la Sardina del Pacífico, a través del método de unidad Pesquera. Técnica Pesquera. Pp 22-27.
- Sture Hansson, y Lars G. Rudstam. 1995. Gillnet catches as an estimate of fish abundance: a comparison between vertical gillnet catches and hydroacoustic abundances of Baltic Sea herring (*Clupea harengus*) and Sprat (*Sprattus sprattus*). *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 52:75-83.
- Suomala, J.B. 1980. *Hidroacoustical Research. USA.* 67p.
- Sverdrup, H.V. 1942. The Golf of California; preliminary discussion on the cruise of the E.W. Scripps in february and march 1939. 6th Pacific Science Cong. Proc. 3:161-166.
- Torres Moye, G. y Acosta Ruíz, M.J. 1986. Algunas propiedades químicas indicadoras de eventos de surgencias costeras y de la contracorriente subsuperficial en un área cercana a Punta Colonet, Baja California. Ciencias Marinas, 12(3):10-25.
- Vidal T.R., 1991. Variaciones en la composición por edades de la captura de Anchoveta (*Engraulis mordax*) y alternativas para el manejo del recurso. Ciencias Marinas. 17(3):73-89.
- Vrooman, A. M., P. A. Paloma, y J. R. Zweifel, 1981. Electrophoretic, morphometric, and meristic studies of subpopulations of northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Calif. Fish. Game*, 67:39-51.

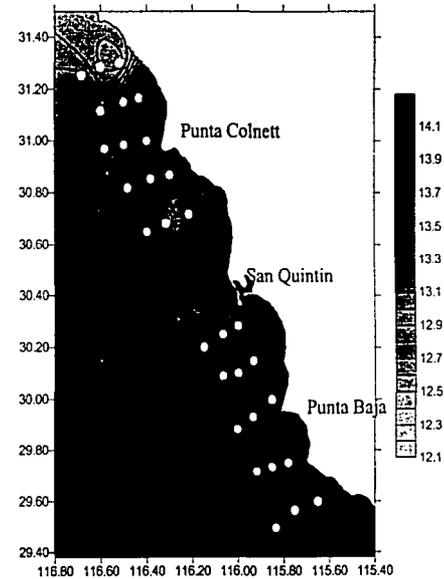
10 metros



25 metros



50 metros

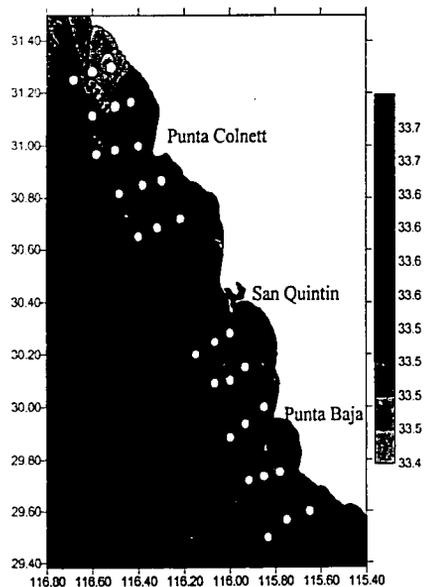


longitud

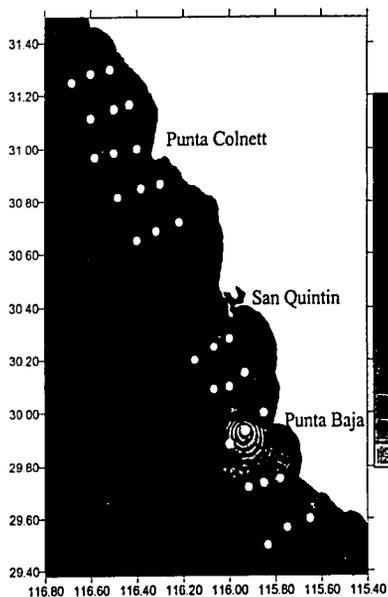
Figura 8. Temperatura del agua (°C) en la zona norte a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de octubre de 1995.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

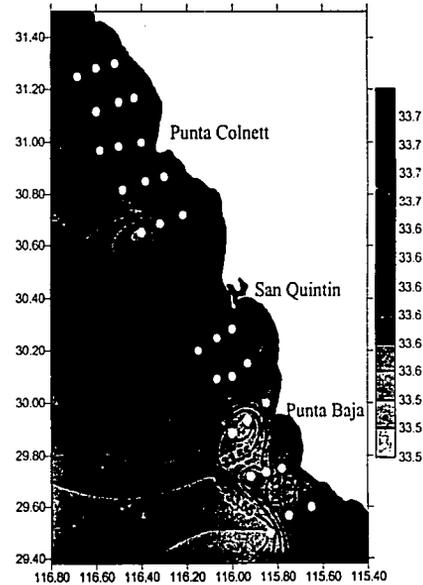
10 metros



25 metros



50 metros



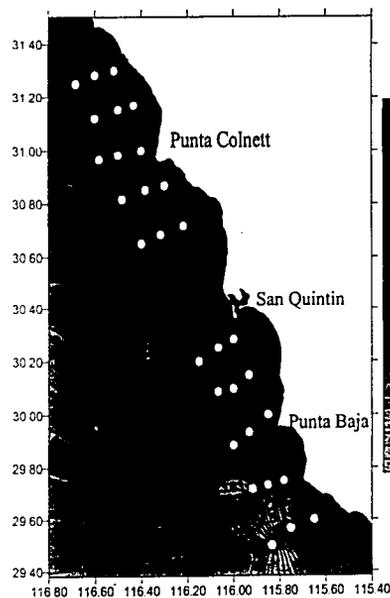
longitud

Figura 9. Salinidad (U.S.S.) en la zona norte a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de octubre de 1995.

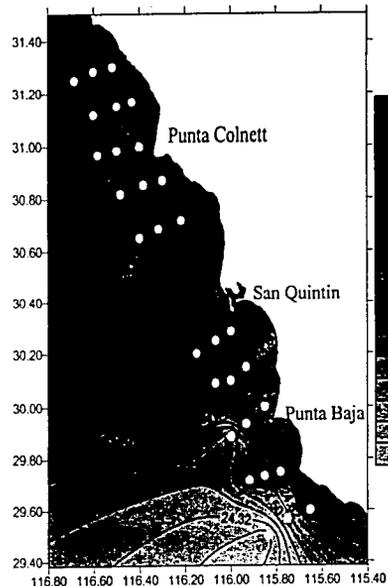
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

60

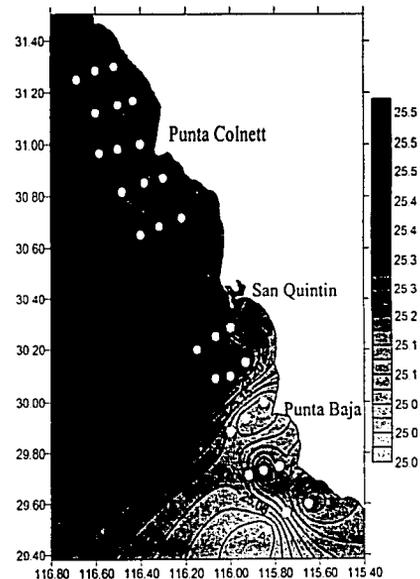
10 metros



25 metros



50 metros

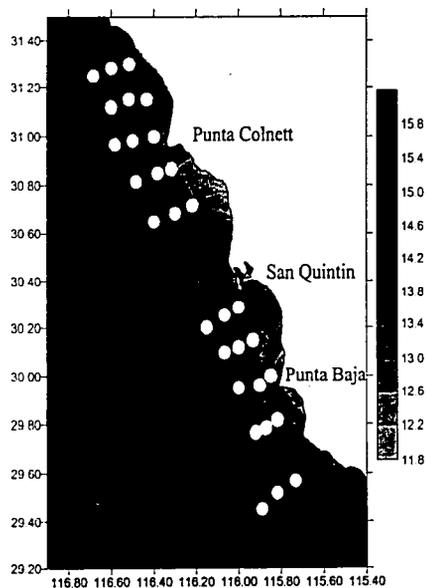


longitud

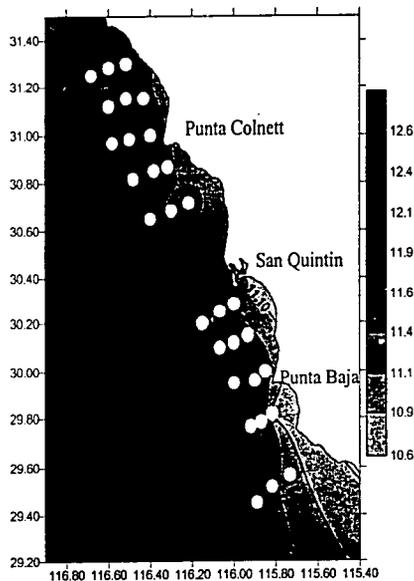
Figura 10. Densidad del agua (kg/m³) en la zona norte a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de octubre de 1995.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

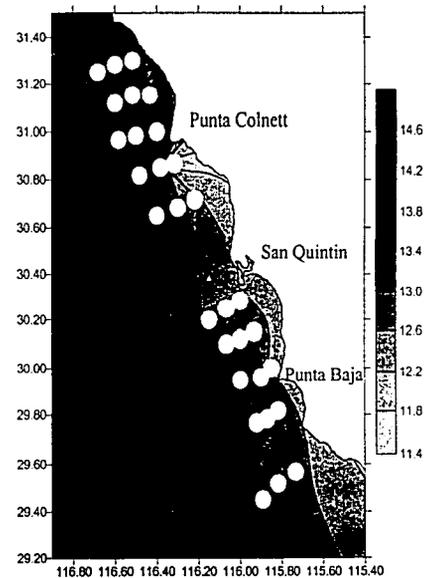
10 metros



25 metros



50 metros



longitud

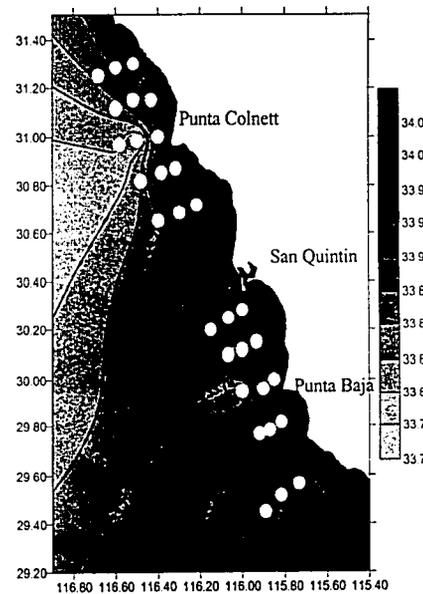
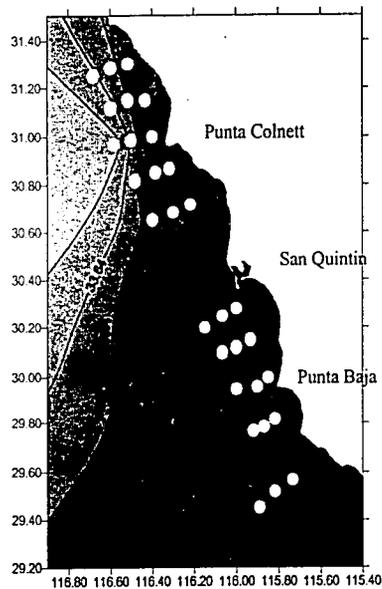
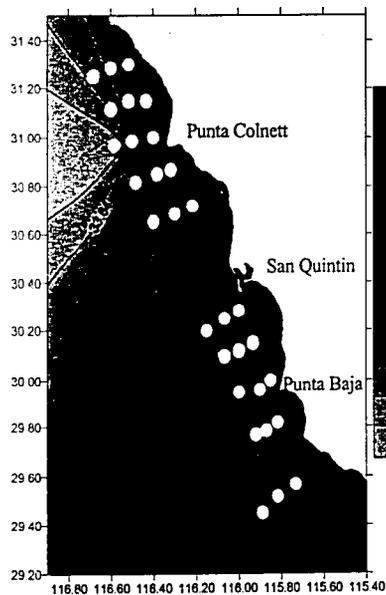
Figura 11. Temperatura del agua (°C) en la zona norte a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de marzo de 1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

10 metros

25 metros

50 metros

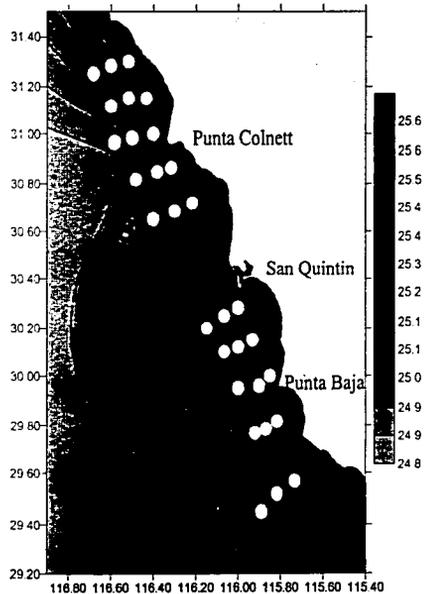


longitud

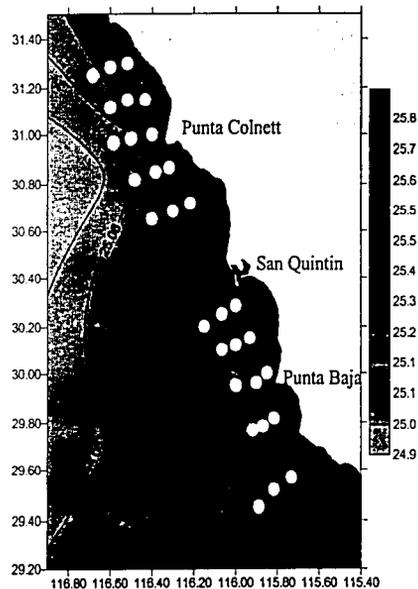
Figura 12. Salinidad (U.S.S.) en la zona norte a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de marzo de 1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

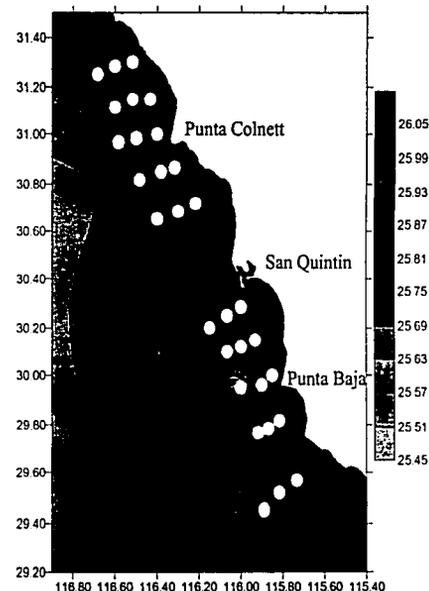
10 metros



25 metros



50 metros



longitud

Figura 13. Densidad del agua (kg/m^3) en la zona norte a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de marzo de 1996.

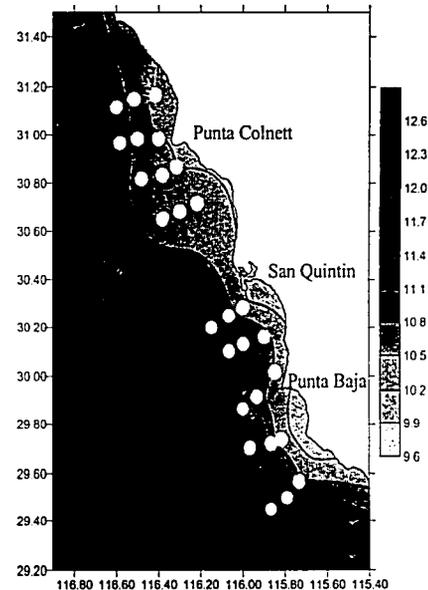
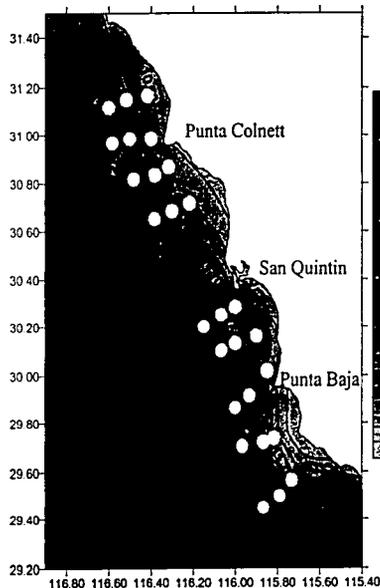
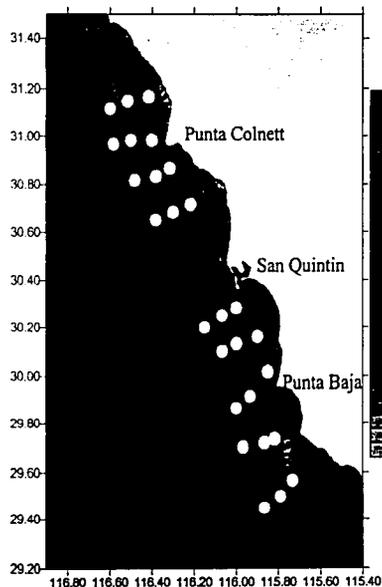
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

64

10 metros

25 metros

50 metros



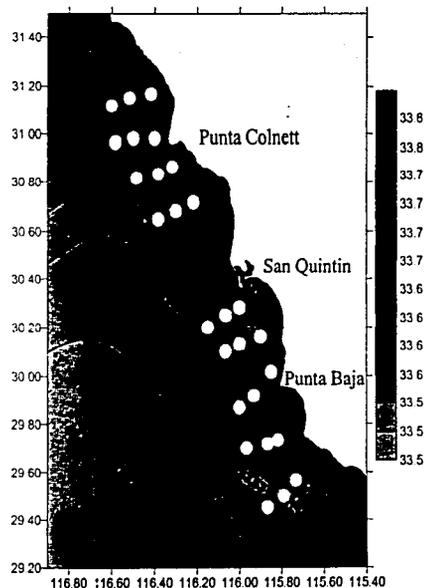
longitud

Figura 14. Temperatura del agua (°C) en la zona norte a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de julio de 1996.

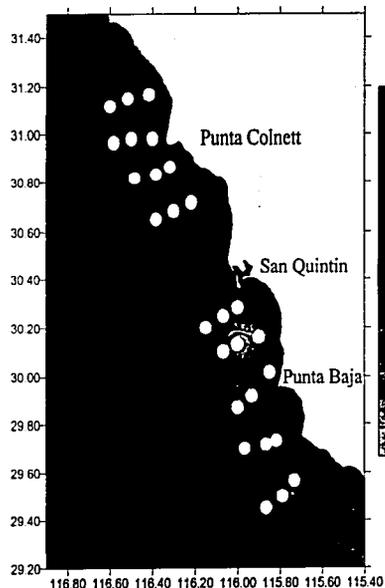
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

65

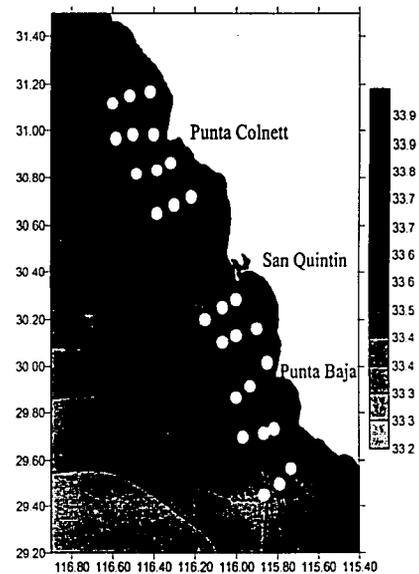
10 metros



25 metros



50 metros

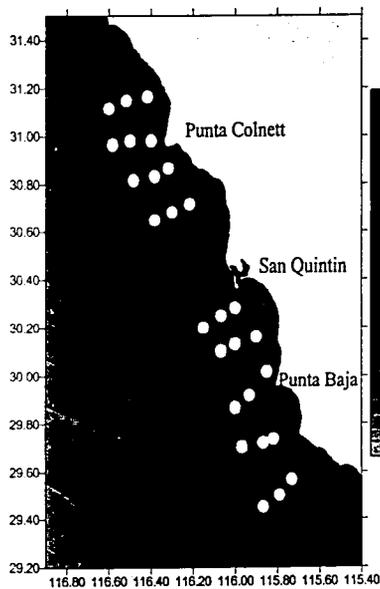


longitud

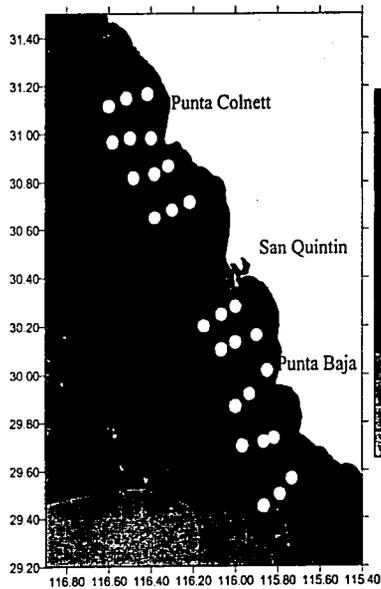
Figura 15. Salinidad (U.S.) en la zona norte a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de julio de 1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

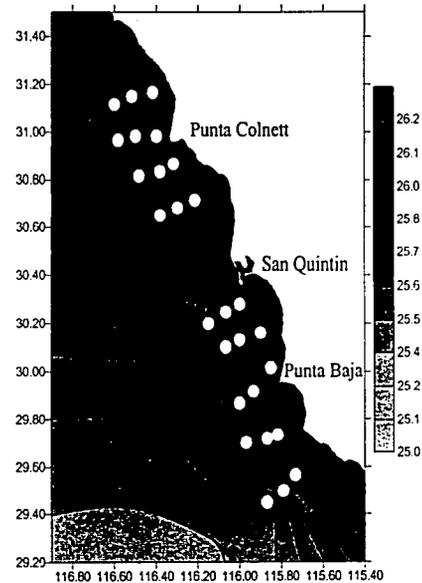
10 metros



25 metros



50 metros



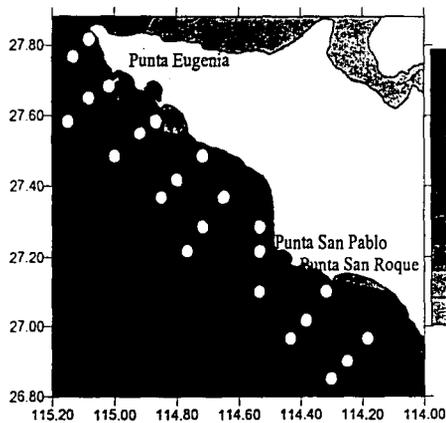
longitud

Figura 16. Densidad del agua (Kg/m^3) en la zona norte a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de julio de 1996.

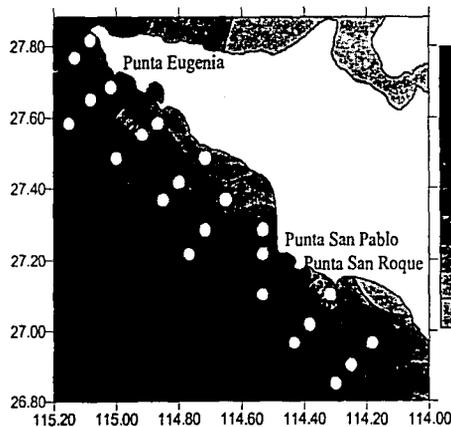
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

67

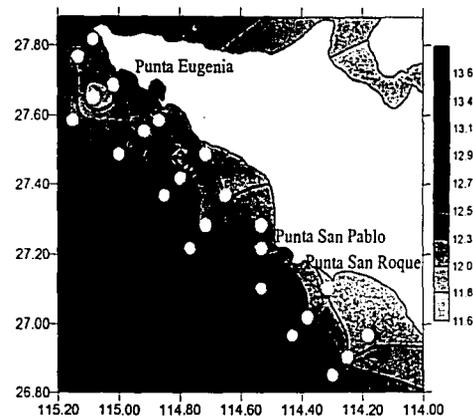
10 metros



25 metros



50 metros



longitud

Figura 17. Temperatura del agua (°C) en la zona centro a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de octubre de 1995.

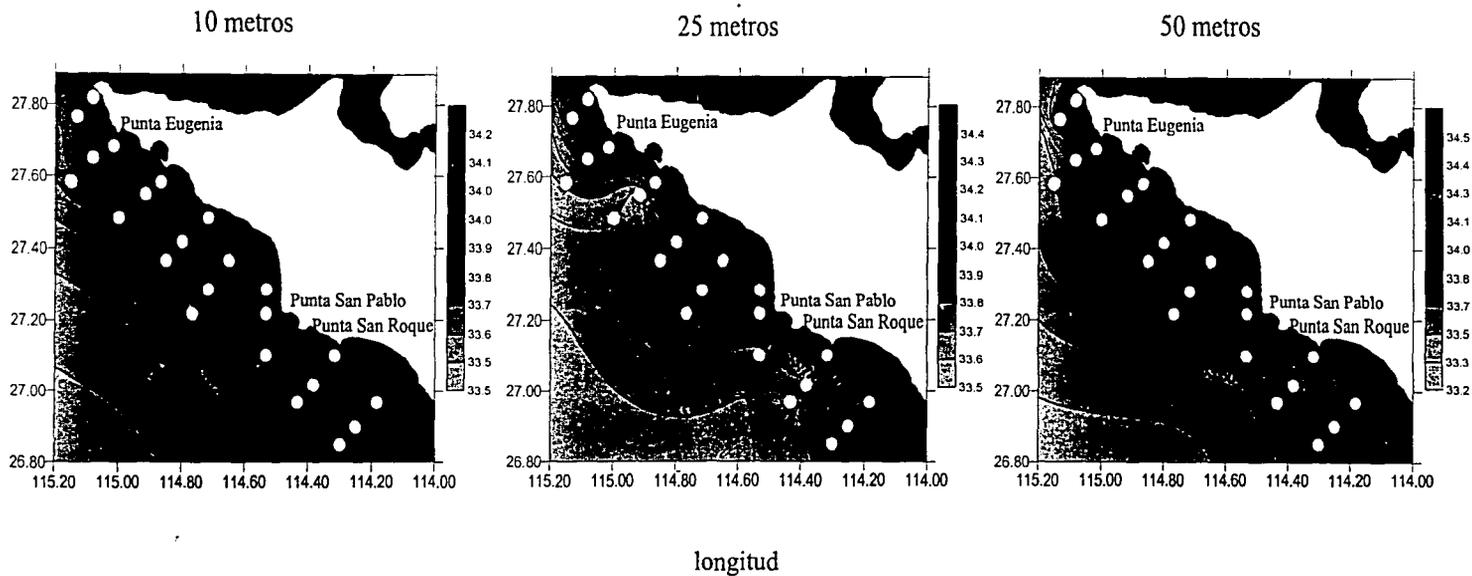


Figura 18. Salinidad (U.S.S.) en la zona centro a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de octubre de 1995.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

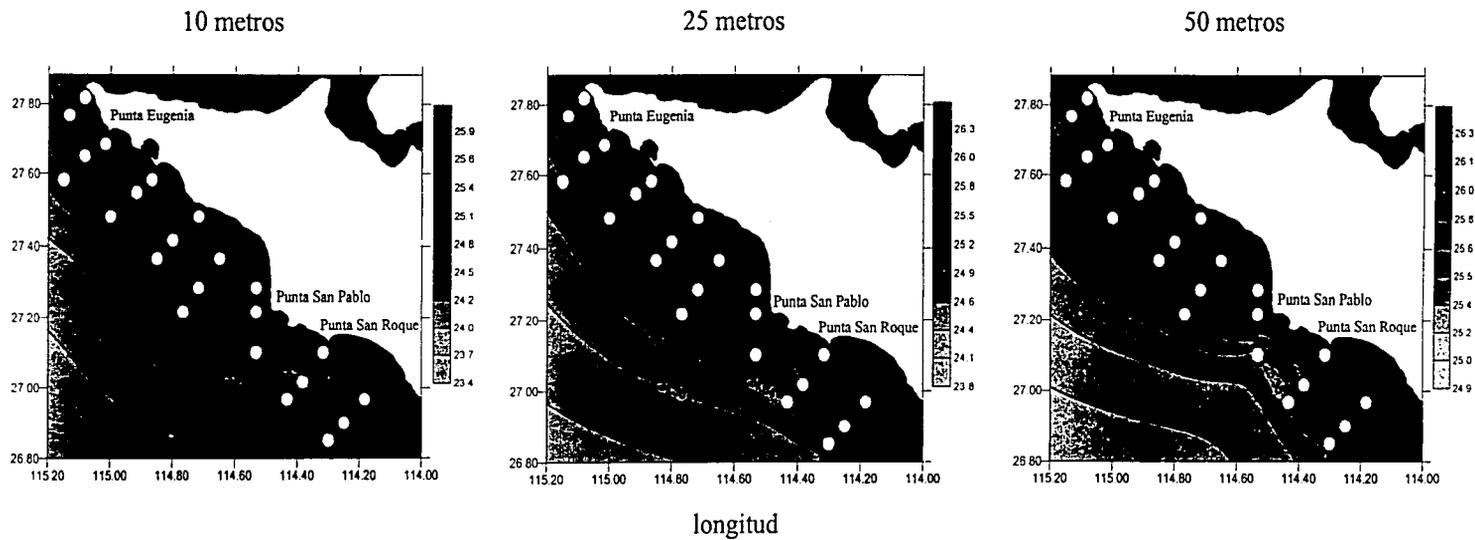
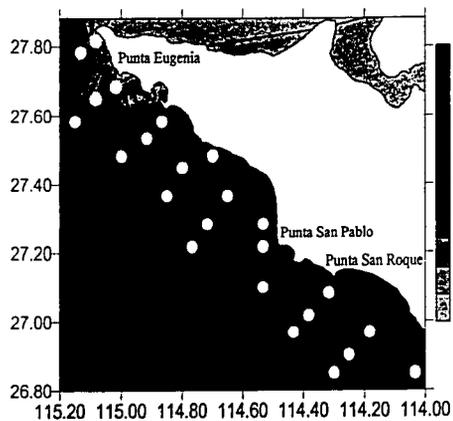


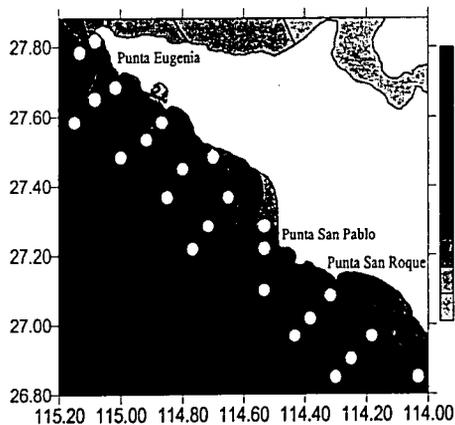
Figura 19 . Densidad del agua (kg/m^3) en la zona centro a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de octubre de 1995.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

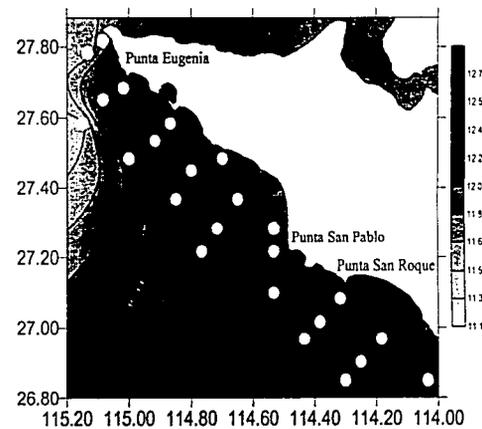
10 metros



25 metros



50 metros



longitud

Figura 20. Temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) en la zona centro a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de marzo de 1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

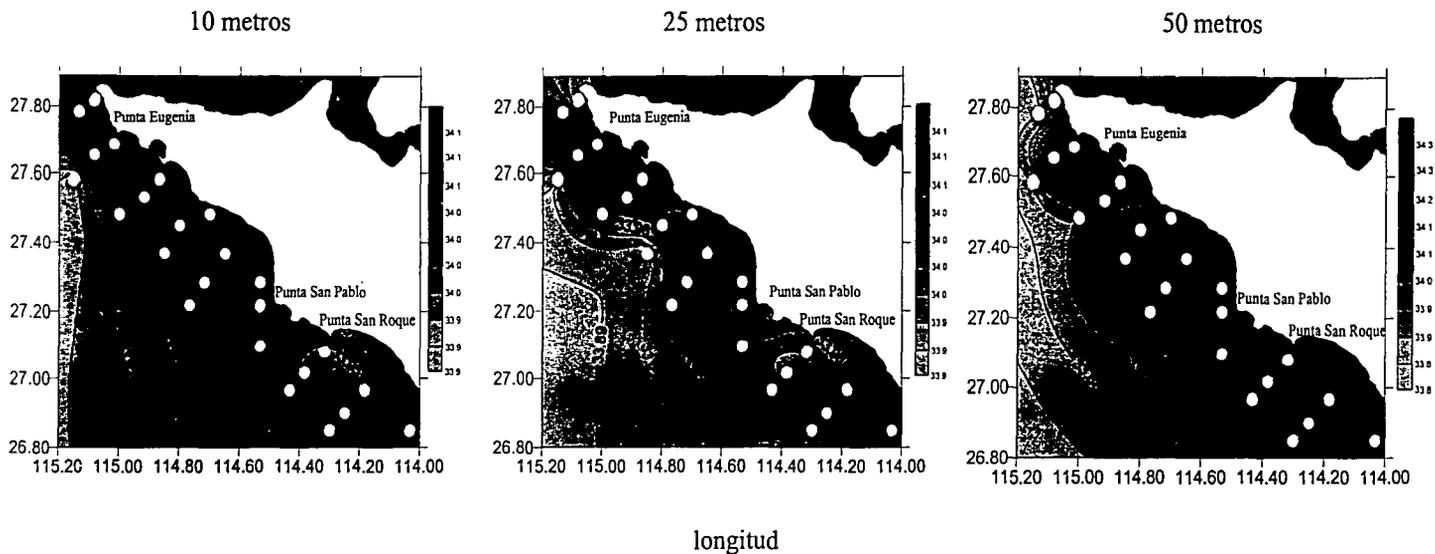


Figura 21. Salinidad (U.S.S.) en la zona centro a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de marzo de 1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

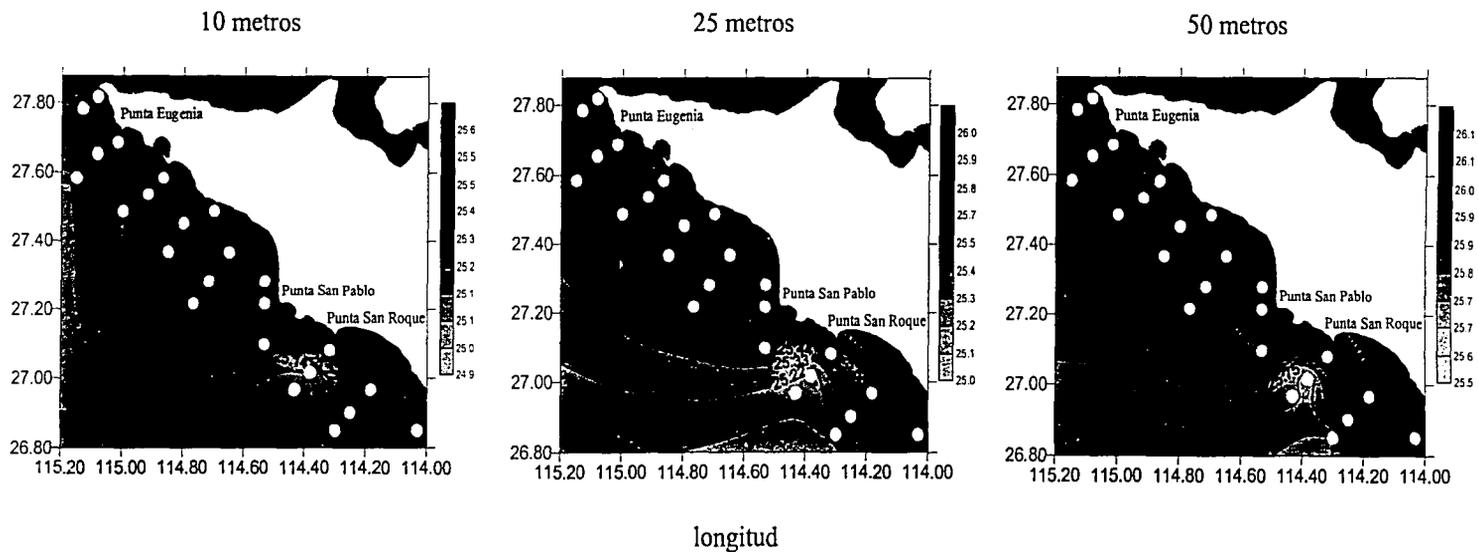


Figura 22. Densidad del agua (kg/m^3) en la zona centro a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de marzo de 1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

10 metros

25 metros

50 metros

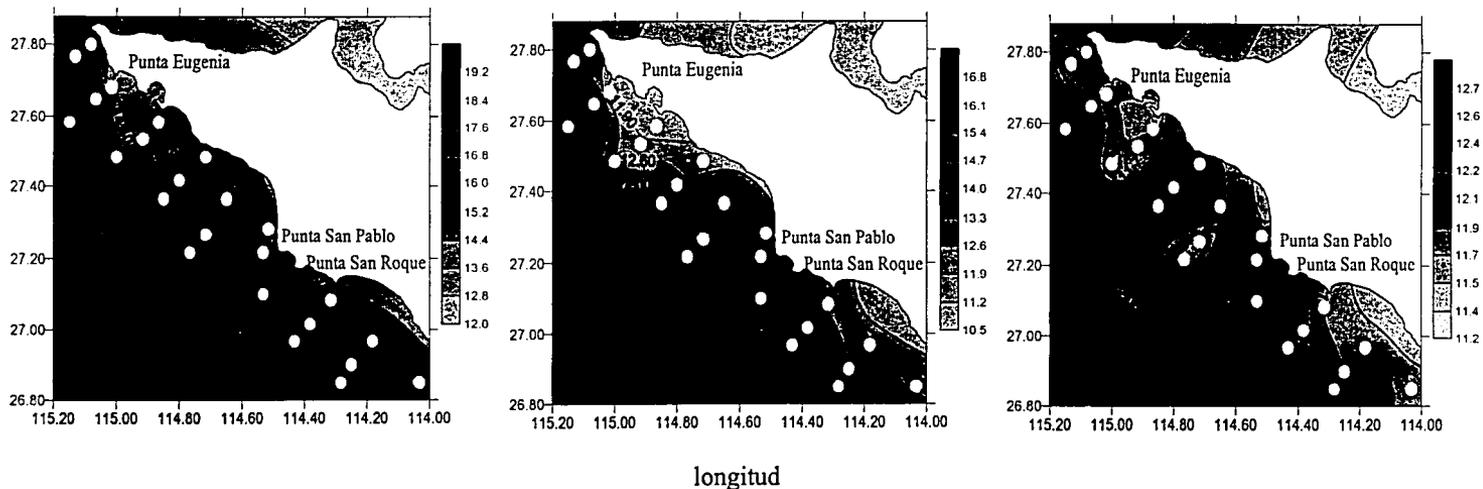
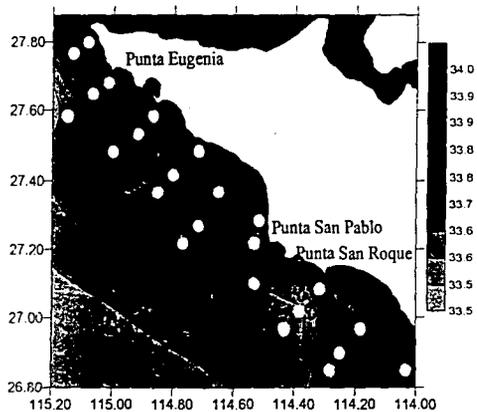


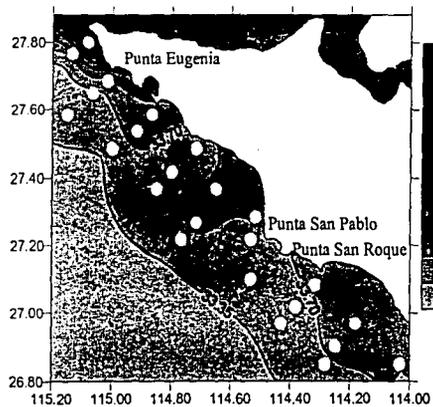
Figura 23. Temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) en la zona centro a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de julio de 1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

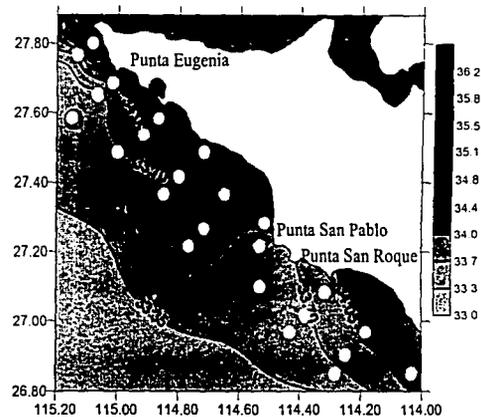
10 metros



25 metros



50 metros

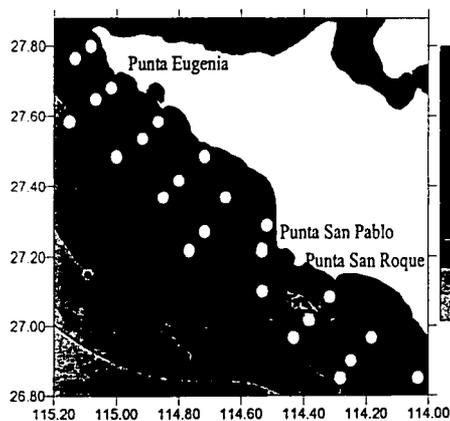


longitud

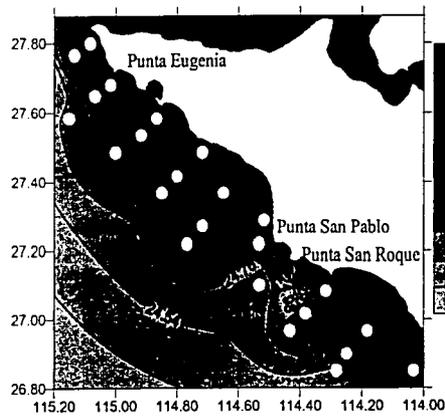
Figura 24. Salinidad (U.S.S.) en la zona centro a 10, 25 y 50 metros de profundidad durante el crucero de julio de 1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

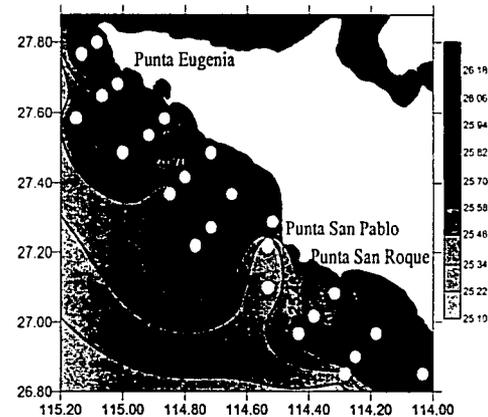
10 metros



25 metros



50 metros



longitud

Figura 25. Densidad del agua (kg/m^3) en la zona centro a 10, 25 y 50 metros durante el crucero de julio de 1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

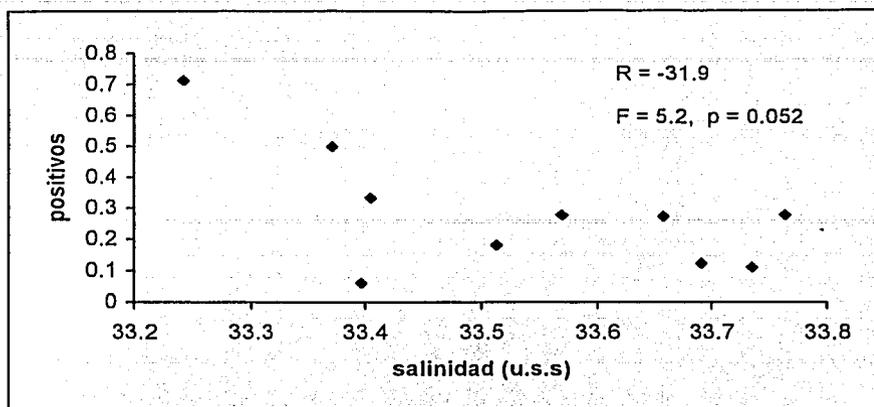


Figura 26. Relación de ecogramas positivos y salinidad del agua a 25 metros de profundidad en la región del talud, zona norte.

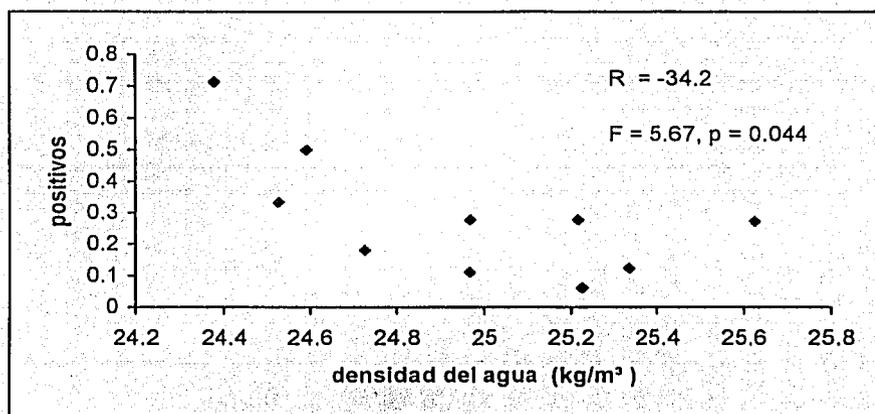


Figura 27. Relación de ecogramas positivos y densidad del agua a 25 metros de profundidad en la región oceánica, zona norte.

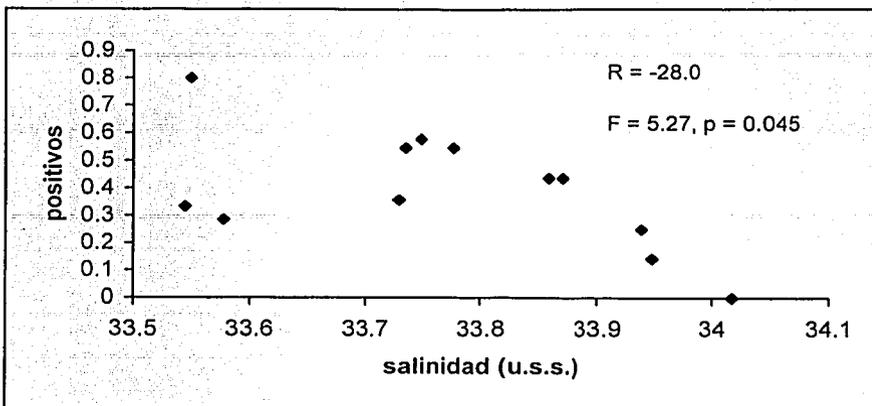


Figura 28. Relación de ecogramas positivos y salinidad a 10 metros de profundidad en la región del talud, zona centro.

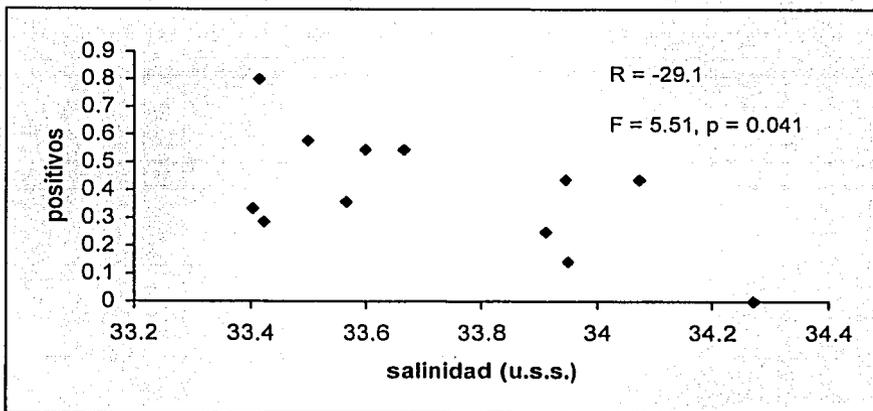


Figura 29. Relación de ecogramas positivos y salinidad a 50 metros de profundidad en la región del talud, zona centro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

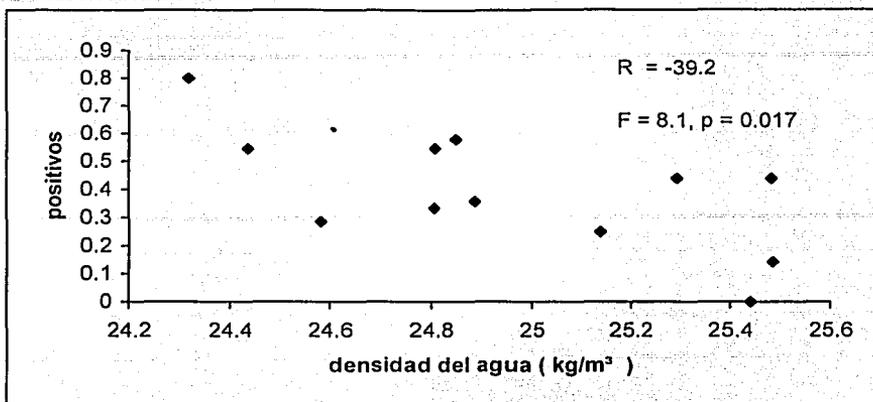


Figura 30. Relación de ecogramas positivos y densidad del agua a 25 metros de profundidad en la región del talud, zona centro.

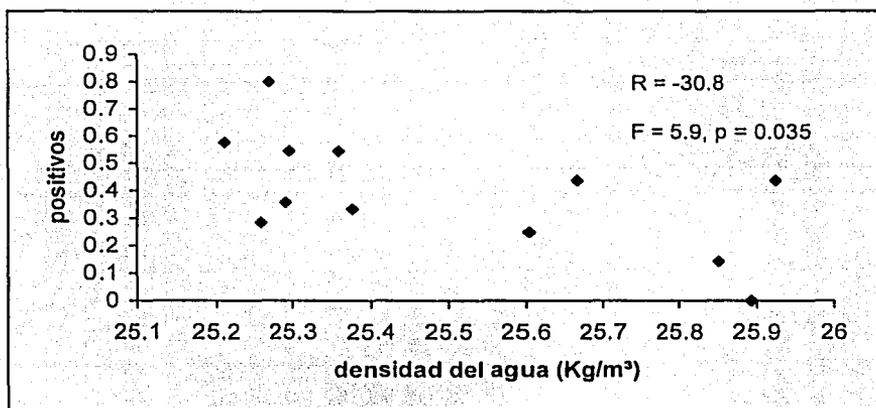


Figura 31. Relación de ecogramas positivos y densidad del agua a 50 metros de profundidad en la región del talud, zona centro.

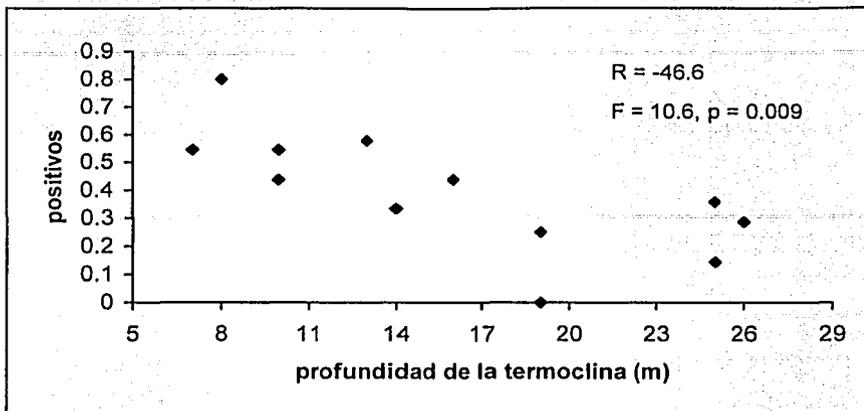


Figura 32. Relación de ecogramas positivos y profundidad de la termoclina en la región nerítica, zona centro.

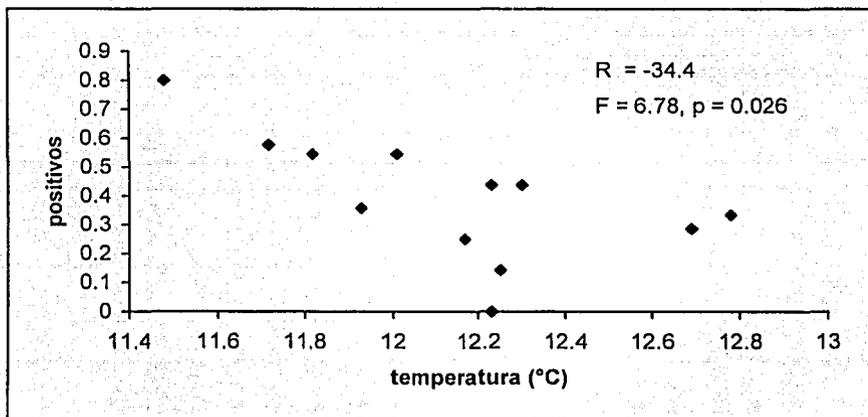


Figura 33. Relación de ecogramas positivos y temperatura del agua a 50 metros de profundidad en la región oceánica, zona centro.