

49



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

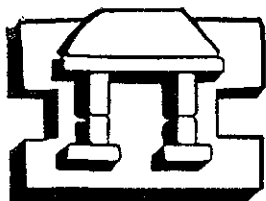
CAMPUS "IZTACALA"

DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LAS POBLACIONES DE PELAGICOS MENORES CUANTIFICADA MEDIANTE METODOS HIDROACUSTICOS DE ALTA FRECUENCIA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA DURANTE OCTUBRE DE 1994

278921

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 :
ANTONIO LOPEZ SERRANO

DIRECTOR DE TESIS: DR. CARLOS J. ROBINSON MENDOZA



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA,

2000



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.



UNAM IZTACALA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA
JEFATURA DE LA CARRERA DE BIOLOGIA



Los Reyes Iztacala, 6 de octubre de 1999.

DR. FELIPE TIRADO SEGURA
DIRECTOR
PRESENTE.

Atención Lic. América Landa Romero
Jefa de la Unidad de Administración Escolar

Los abajo firmantes, miembros de la Comisión Dictaminadora del trabajo de
(X) Tesis de Investigación Tesis de experiencia Profesional ()

Titulado: **"Distribución y abundancia de las poblaciones de peláxicos menores cuantificada mediante métodos hidroacústicos de alta frecuencia en la costa occidental de Baja California durante octubre de 1994"**

Que presenta el alumno de la carrera de Biología: **ANTONIO LOPEZ SERRANO**

Con número de cuenta: **8539313-4**

Para obtener el título de Biólogo.

Informan que después de haber revisado cuidadosamente el trabajo, consideramos que reúne las características de calidad académica que se requieren para aspirar a la obtención del título citado, razón por la cual otorgamos nuestros **votos aprobatorios** para la presentación del examen profesional correspondiente.

GRADO	NOMBRE	FIRMA	CARGO
Dra	Norma A. Navarrete Salgado		Presidente
Dr.	Carlos J. Robinson Mendoza		Vocal
M. en C.	Sergio Chazaro Olvera		Secretario
Biól.	Alba Marquez Esnipoza		1er. Suplente
Fis.	Samuel Meraz Martinez		2do. suplente

Con base en lo anterior solicito su autorización para que los profesores que otorgan los votos aprobatorios funjan como sinodales del examen profesional en el cargo anotado, y a la Administración Escolar otorgue la fecha para la Réplica Oral del trabajo presentado.

Atentamente

"Por mi raza hablará el espíritu"

M en C Sergio Vaca Pacheco
Jefe de la Carrera

VoBo Dr Felipe Tirado Segura
Director

Ινθυιρο, Λυχτορ Ρεπερτυμ... ετ νον Χλαυδιχαρυμ

Ρ.Φ. Σχοττ.

1912

90 γραδ. λατ. Σ.

Agradecimientos

Este trabajo fue en parte posible gracias a la ayuda de muchas personas. A todas ellas, y a las que por descuido omití, mi especial agradecimiento.

Al Dr. Carlos Robinson Mendoza, por haber aceptado dirigir esta Tesis, por su paciencia y amistad. Gracias Charles.

Al Dr. Virgilio Arenas Fuentes, por sus consejos sobre mi trabajo, por su apoyo y por compartir con nosotros su entusiasmo por la investigación. Gracias Doc.

A la Dra. Norma Navarrete, la M. en C. Alba Márquez, el M en C. Sergio Cházaro y al Fís. Samuel Meráz por haber aceptado revisar y enriquecer este trabajo, no obstante todos los contratiempos.

Al Capitán Hector H. Gutiérrez Granja, del que aprendí a trabajar y respetar al mar.

Al Capitán Pascual Barajas Flores, Primer Oficial Adrián Cantú, Ing. René Márquez, Contramaestres Abel, Perico, Triana y a toda la tripulación del B/O "EL PUMA" por brindarme siempre su amistad y apoyo incondicional en todo momento.

Al Dr Javier Aldeco, por su valioso apoyo bibliográfico y por sus consejos.

A todos aquellos que me ayudaron en su realización

Muchas Gracias.

Dedicatoria

Al Gran Arquitecto del Universo

A la memoria de mi padre: Antonio López Saldivar.

A mi madre, Celia Serrano Vázquez, por ese amor y fuerza de carácter que tantas veces nos sostuvo. Con todo mi cariño te lo dedico.

A mis hermanos Yoloxóchitl y Sirio Salvador, ojalá les pueda ser un ejemplo para que logren lo que se propongan, y más. Los quiero mucho Hermanos.

A mis tías, tíos y primos. Gracias.

A la UNAM, con profundo cariño y respeto.

Al B./O. El Puma, por su historia, por ser mi casa y el inicio de mi vida en el mar.

A la maestra María Elena Aguayo Cruz, por haber creído siempre en mí.

A una de las personas y profesionistas que más admiro y respeto, sin duda uno de los mejores amigos que se pueden tener: Jorge Ciro Pérez.

Que te puedo decir Gabriel? No es suficiente con agradecerte por ser mi amigo.

A Carmen, Horacio, Betty, Lupita, Sergio, Fer, Edgar, Ruth Ester, Norma, Jacqueline, Diana, Gus y Hugo, por el placer de llamarlos mis amigos

Con Todo el Tiempo del Mundo Morena.

A todos los que miran siempre adelante, porque siempre mirarán felices.

Para ustedes es este trabajo

Sólo Tú Tango...

INDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
1.-INTRODUCCION.....	3
1.1) Diagnósis del grupo.....	3
1.2) Formación de cardúmenes.....	4
1.3) Regiones de surgencias.....	6
1.4) Hidroacústica.....	7
1.5) Objetivos.....	8
1.6) Hipótesis de trabajo.....	8
2.-ANTECEDENTES.....	9
3.- ZONA DE ESTUDIO.....	11
3.1) Topografía.....	11
3.2) Masas de agua.....	12
3.3) Corrientes.....	12
3.4) Mareas.....	14
3.5) Surgencias.....	14
3.6) Condiciones oceanográficas de las zonas de muestreo.....	14
4.- MATERIAL Y METODOS.....	17
4.1) Operaciones de campo.....	17
4.2) Datos hidroacústicos.....	18
4.3) Sistema HADAS.....	19
4.4) identificación de fuerzas de blanco.....	21
4.5) procesamiento de información.....	23
5.- RESULTADOS.....	29
5.1) Descripción General.....	29
5.1.1) Relación ecogramas positivos-negativos.....	29
5.1.2) Relación ecogramas válidos-no válidos.....	30
5.2) Patrones de densidad.....	31
5.2.1) Densidad por zonas.....	31
5.2.2) Densidad por transectos.....	32
5.2.3) Densidad por períodos.....	33
5.2.4) Densidad por regiones.....	36
5.2.5) Densidad por estratos.....	37
5.2.6) Integración por clusters.....	38
5.3) Variaciones en función del ciclo.....	38
5.4) Distribución de las agrupaciones.....	41
5.5) Frecuencia de agrupación.....	41
5.6) Dinámica nictemeral.....	42
5.6.1) zona norte.....	42
5.6.2) zona centro.....	43
5.6.3) zona sur.....	45
5.7) Parámetros ambientales.....	46
5.8) Descripción por transectos.....	48
5.9) Termoclinas.....	50
5.10) Haloclinas.....	52
5.11) Relaciones organismos-parámetros ambientales.....	54
5.12) Relaciones entre grupos de organismos.....	55
6.-DISCUSIÓN.....	57
6.1) Condiciones oceanográficas.....	58
6.2) Composición de los ecogramas.....	60
6.3) Asociación con zooplancton.....	62
6.4) Distribución de los organismos.....	64
6.5) Interpretación de ecos.....	66
6.6) Operatividad de la hidroacústica.....	70
6.7) Factores de baja abundancia.....	72
7.- CONCLUSIONES.....	75
8.-BIBLIOGRAFIA.....	76

RESUMEN

Los pelágicos menores son peces de tallas moderadas de ambientes pelágicos marinos típicos de regiones de surgencias, de altas biomásas y formadores de agrupaciones llamadas cardúmenes. Constituyen objeto de pesca de gran importancia. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los patrones de distribución latitudinal y vertical de poblaciones de pelágicos menores mediante un sistema hidroacústico en tres zonas situadas al norte (Punta Colnett), centro (Punta Eugenia) y sur (Bahía Magdalena) de la costa occidental de la península de Baja California durante octubre de 1994. Esta región es influenciada por las corrientes de California y la contracorriente ecuatorial, y se caracteriza por una alta producción biológica. Los datos fueron tomados a bordo del B/O "El Puma" utilizando una ecosonda SIMRAD EY-200 y el programa de análisis acústico HADAS (Hidroacoustic Data Acquisition System) que transforma ecos en datos analógicos estimando fuerza de blanco, densidad y grado de agrupación. Durante la campaña oceanográfica fueron tomados la temperatura y salinidad de la columna de agua. Los resultados indican baja abundancia de ecos asociados a pelágicos menores en las tres zonas. Los ecogramas mostraron que la zona centro, alrededor de Punta Eugenia, presentó más individuos, seguida de la norte y la sur, así como una mayor densidad en el día y baja agrupación de organismos en la noche. Se identificó el patrón de migración para pelágicos y zooplancton. El análisis de los datos ambientales mostró diversos comportamientos de la temperatura y salinidad en función latitudinal identificándose en la zona centro una probable región de transición. Asimismo, el comportamiento de la termoclina y haloclina permitió identificar probables eventos de surgencia en la parte norte y media de la península, todo esto coincidente con las mayores abundancias, pudiendo inferirse una asociación de pelágicos menores con estos centros. De los factores considerados consideradas el zooplancton y la temperatura (ésta dentro de ciertos intervalos) ejercen la mayor influencia en la distribución, lo que sugiere la existencia de una ventana ambiental óptima en la región de bahía San Cristóbal y Bahía San Hipólito, B.C.S. Se plantean argumentos relacionando indirectamente el intervalo de fuerzas de blanco con individuos adultos de anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) y sardina monterrey (*Sardinops sagax*) así como causas de la baja abundancia en la región, pudiendo ser un factor la época del año (en mesoescala) y a largo plazo un efecto combinado de autorregulación de las poblaciones, cambio climático y sobrepesca.

ABSTRACT

The small pelagic fishes (sardines, anchovies) are an important ecological group of components of pelagic, and specially upwelling environments, and able to develop great poblational biomass. They conform highly organized groups called shoals and are object of a very important fishery in Mexico. The aim of this work was to made a characterization of the latitudinal and vertical migration patterns of the small pelagic fishes by mean of an hydroacustical system in three prospection zones located in the north (Punta Colnett), middle (Punta Eugenia) and south (Magdalena Bay) portions of the Baja California west coast in October of 1994. From each zone were considered three, four and two transects for analysis. The main currents in this zone are the California Current and the Equatorial countercurrent, giving there an important biological production. Field data was collected in the R/V "El Puma" using a SIMRAD EY-200 echosounder, wich have incorporated the acoustical analysis program HADAS (Hydroacoustic Acquisition Data System) what transforms the echoes received from a targeth into analogical data, giving a measure of targeth strenght, density (ind/ha) and percent single fish. As a complementary step, horizontal and vertical temperature and salinity were recorded. The results show a low abundance of pelagics (identified by echoes) in the three zones. Nevertheless, the echograms obtained reveals than the middle zone, near Punta Eugenia, was more abundant, followed by the north and south, as soon as more density in the day and low shoaling degree of individuals in the night. The migration pattern for small pelagics and zooplankton group was identified. The environmental data analysis give as a result differences in the temperature and salinity profiles perhaps asociated with the latitude. In Punta Eugenia was detected a probably transition zone between water masses. In the same way the behaviour of the thermocline and halocline founded in this locality corresponds with coastal upwelling events and is asociated with more density of echocounted fishes. So, its possible to supose an asociation of small pelagic fishes with this upwelling centers. From the studied variables zooplankton and temperature (this last inside in a certain rank) have a strong influence in its distribution, suggesting the prescence of an optimal environmental window in San Cristobal Bay and San Hipolito Bay (located in the middle zone). Lines of reasoning were planted relating indirectly the targeth strength interval used with adult specimens of northern anchovy (*Engraulis mordax*) and monterrey sardine (*Sardinops sagax*). So as, posible causes of the low abundance in the region could be a factor the period of the year (in a medium scale) and in long term a combined effect of autorregulation in populations, climate change and overfishing

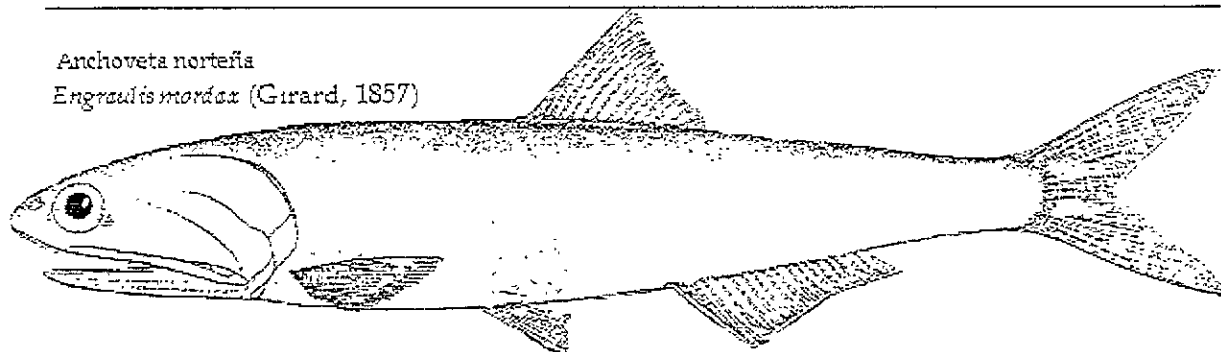
1.- INTRODUCCION

1.1 Diagnósis del grupo

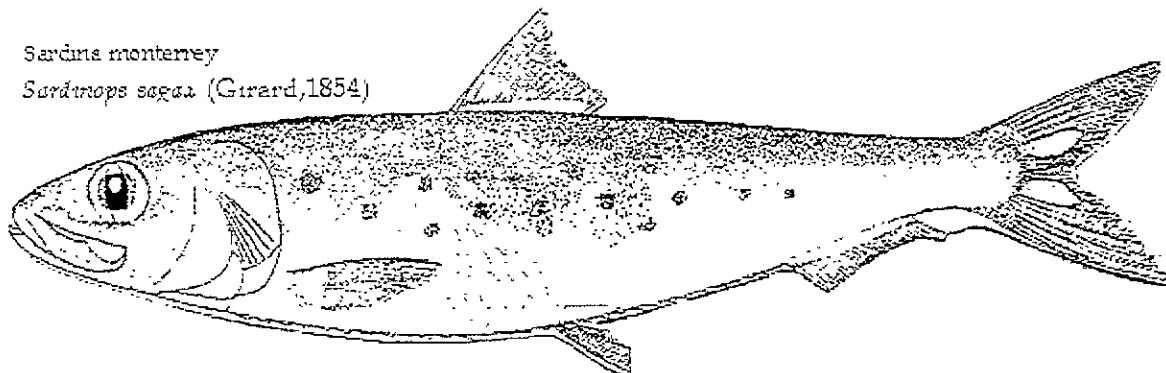
El grupo de los pelágicos menores engloba a todas aquellas especies de peces de vida libre en sus etapas juvenil y adulta, asociadas a ambientes marinos pelágicos cuyas tallas adultas abarcan aproximadamente de los 50 hasta los 500 mm. de longitud total, que desarrollan su ciclo de vida en aguas abiertas. Presentan además un alto desarrollo en la conducta de agregación en grupos organizados con posiciones específicas dentro de ellos y generalmente muy extensos llamados cardúmenes. Ecológicamente desarrollan estrategias de vida de tipo "r" (Pianka, 1970; Krebs, 1985), típico de especies habitantes de ambientes inestables con períodos de vida que varían de los tres a los cinco años, altas tasas de fecundidad y mortalidad, madurez sexual temprana y frecuencia reproductiva constante. Dentro de la trama trófica mantienen una posición alterna entre consumidores primarios y secundarios, en función de su fuente primaria de alimento (Cushing, 1978) algunas especies compiten con el macrozooplancton en el consumo de fitoplancton como recurso alimentario principal, como las sardinas en la costa occidental de Baja California y la anchoveta peruana *Engraulis ringens* en la costa de Perú, (Murphy, 1972) o alimentándose directamente de este grupo en el cual ejercen un considerable impacto, particularmente sobre copépodos y eufáusidos (Koslow, 1981). Este tipo de especies constituyen un importante grupo de transferencia energética en ecosistemas de surgencia, caracterizados por desarrollar tramas tróficas relativamente cortas, son un grupo asociado a la capa de dispersión profunda (CDP), la cual se puede caracterizar como agrupaciones de organismos planctónicos y nectónicos, generalmente de gran extensión y densidad que desarrollan acentuados procesos de migración vertical asociados a los períodos luz-obscuridad. La misma densidad que llegan a presentar les hace susceptibles de ser confundidas con el fondo al ser registradas en un ecograma (Tait, 1987). Dentro de los pelágicos menores presentes en el país se destacan las familias clupeidae (sardinas), engraulidae (anchovetas) y scombridae (macarelas) (Fig. 1) cuyos huevecillos son componente importante de la comunidad zooplanctónica.

En este grupo se encuentran muchas de las especies de peces de alta importancia comercial e industrial, tales como la sardina monterrey (*Sardinops sagax* Girard, 1854), la sardina crinuda (*Ophistonema libertate*, Gunther, 1888), anchoveta norteña (*Engraulis mordax* Girard, 1857), y la macarela (*Scomber japonicus* Hoyttuin, 1872) (Tabla 1), las cuales han llegado a constituir la principal actividad pesquera y una de las fuentes de divisas más importantes de países como Perú (Idyll, 1973) y México que junto con las industrias atunera y camaronera, son las pesquerías más remuneradoras, y fuerte componente de la economía de puertos como Ensenada, Guaymas, Mazatlán y Topolobampo por citar algunas (García-Franco *et al.*, 1995).

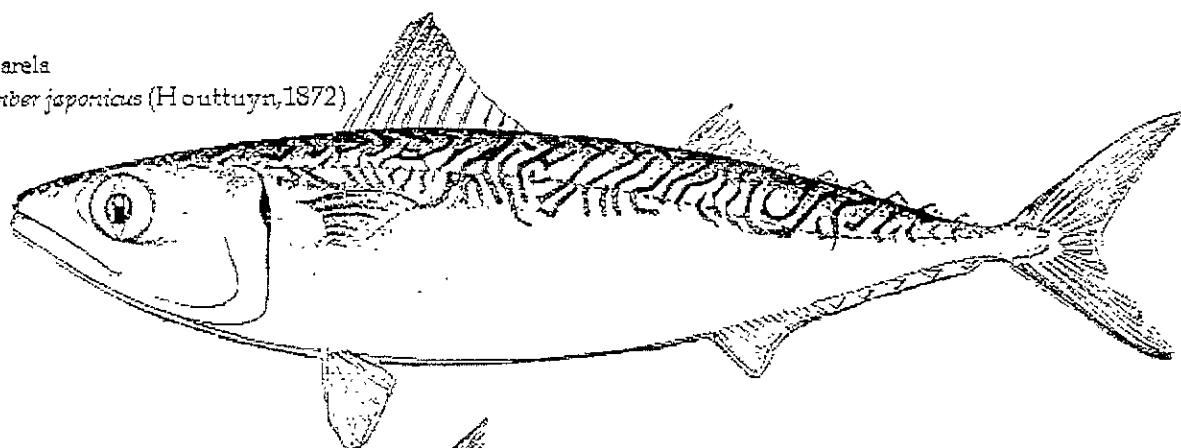
Anchoveta noronhai
Engraulis mordax (Girard, 1857)



Sardina monterrey
Sardinops sagax (Girard, 1854)



Macarela
Scomber japonicus (Houttuyn, 1872)



Sardina crumuda
Ophistonema libertate (Gunther, 1868)

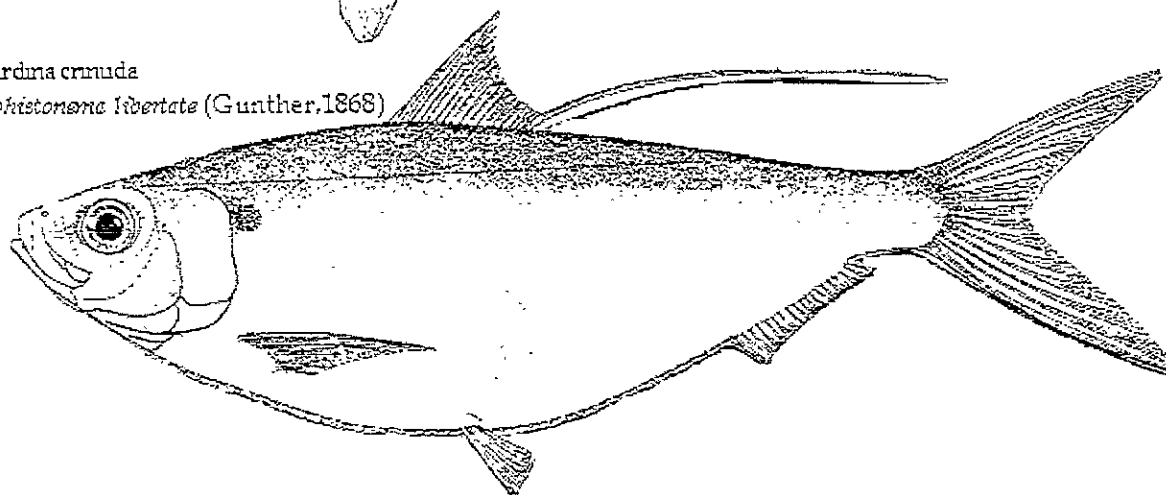


Fig 1.- Principales especies de pelágicos menores reportadas para la costa occidental de Baja California.

Tabla 1.- Principales especies de pelágicos menores en la Costa Occidental de Baja California

(basado en Baxter, 1966; Whitehead, *et al.* 1988 y Gluyas-Millán, 1989). Los datos corresponden a individuos adultos.

Especie	Long.patrn. (mm)	Peso (gr.)	T (°C) óptima
Anchoveta nortea <i>Engraulis mordax</i>	145	400-500	14.5-20
Sardina monterrey <i>Sardinops sagax</i>	190	600	18-22.
Macarela <i>Scomber japonicus</i>	300-370	800-900	15-20
Sardina crinuda <i>Opisthonema libertate</i>	171-173	400-450	18-29

1.2 Formación de cardúmenes

Una característica común en todas las especies de pelágicos menores es la conducta de formación de cardúmenes, definidos estos como grupos sociales formados por peces individuales que han optado por juntarse y mantenerse, que eligen constantemente el permanecer o separarse de éste (Pitcher y Parrish, 1993). Puede comprenderse la importancia de esta conducta si se toma en cuenta que de las aproximadamente veinte mil especies conocidas de peces alrededor del 80% exhiben una fase de cardumen, ya sea durante una fase de su ciclo de vida o durante su ciclo completo. Los organismos que forman grupos presentan estrategias de alimentación y antipredatorias complejas, que presuponen cierto grado de organización y trabajo en grupo (Burgess y Shaw, 1979) resultante de interacciones en las cuales un individuo se mueve en relación con sus vecinos y conjuntamente ejerce influencia sobre estos (Aoki, 1982). El hecho de ser un comportamiento tan extendido entre peces con tan diferentes características implica una alta variabilidad tanto en el número de individuos que pueden permanecer agrupados como en el grado de organización que conforman. Por tanto, se hace necesario precisar entonces la diferencia entre los niveles de organización y agrupación. Así, los grados más sencillos corresponden a grupos de peces que permanecen juntos por razones de conveniencia de alimentación sin implicaciones sociales y/o de función, en tal caso son denominados en inglés como **shoals** (grupos) (Kennedy y Pitcher, 1975; Pitcher, 1982) y puede abarcar desde la asociación de dos o más peces de la misma o diferente especie e implica poca diversidad de conductas (Broom, 1981, Blaxter y Hunter, 1982). Por contrario un grupo de peces que presente una velocidad de natación constante en todos sus miembros, una estructura coherente de posiciones y tamaños, con una distancia pez-pez mantenida, sincronización y orientación definidas y constantes, que desarrollen maniobras específicas para alimentación, detección de predadores y evasión a estos, es denominado (también en inglés) **school** cuya traducción más aceptada es "cardumen" el cual necesariamente plantea una mayor organización y aparente distribución de labores entre los componentes (Pitcher y Parrish, 1993; Aoki, 1982).

En el ámbito pesquero suele utilizarse el término “banco” para referirse a cardúmenes de gran tamaño, como las agrupaciones de sardinas, anchovetas, etc. También se le llama así a las agrupaciones de “pelágicos mayores” tales como el atún (*Tunnus sp.*), bonito y/o barracuda, aunque no hay una diferencia etológica entre ambos. En base a este criterio se consideran aquí los términos banco y cardumen como equivalentes. Wilson (1980) escribe que entre las ventajas que a un pez le reporta el formar parte de un cardumen se encuentran entre otras la mejora en la capacidad de búsqueda de alimento, la protección contra depredadores y la facilitación reproductiva, aunque esta última no parece estar siempre condicionada a la formación de bancos, no así las dos primeras corroboradas como las causas principales de la formación de cardúmenes, o bancos de peces (Aoki, 1982, Pitcher, 1982).

En este mismo aspecto, el habitar regiones totalmente abiertas los hace fácilmente visibles, dado que la pigmentación de su cuerpo les confiere una alta reflectividad y tratándose de especies oceánicas de vida libre con extensas rutas migratorias se encuentran expuestas a una alta depredación al ser fácilmente identificables en el medio. Como respuesta han desarrollado la estrategia de formar grupos de gran tamaño. El conjuntarse en este tipo de grupos es una manera de eficiente protección individual contra depredadores, ya que de esta forma la probabilidad de ser detectado y comido en un ataque se diluye mientras más grande sea el grupo, aunque por otro lado esta misma característica los ha hecho objeto importante de pesca industrial. Shaw y Burgess (1979) indican que los componentes de un cardumen tienden a conformarse dentro de un intervalo más o menos constante de talla y que sentidos como la vista, la línea lateral y la atracción química juegan conjuntamente un papel preponderante en la orientación y reconocimiento especie-especie para la formación de cardúmenes.

El estudio de la dinámica de esta estrategia es importante por muchas razones, en primer lugar y desde un enfoque evolutivo ha sido una exitosa respuesta del grupo para incrementar su protección y una mayor oportunidad para hallar alimento, lo que asegura una mayor oportunidad de supervivencia. Desde un enfoque pesquero las más importantes especies capturadas del país son grandes formadoras de cardúmenes, y presentan una variedad de respuestas muy amplia, tanto a la variabilidad de condiciones ambientales como de la actividad de los peces, de manera que el conocer cómo y por qué causas se modifica y su posterior aplicación a las labores de pesca puede optimizar la captura. Se trata en todo caso de poblaciones altamente colapsables que pueden sostener grandes biomasas en una temporada de pesca, y en la siguiente desaparecer casi completamente con pérdidas económicas masivas, como en los casos de Perú en 1971 (Fig. 2a) con *Engraulis ringens* donde en la temporada de 1970 se pescaron alrededor de 12.3 millones de toneladas y en la de 1972 4 millones de tm, es decir hubo una disminución de 68 % de un año a otro (Idyll, 1973). La región de California también ha resentido los efectos de este colapso (fig 2b) El ejemplo de México con *Engraulis*

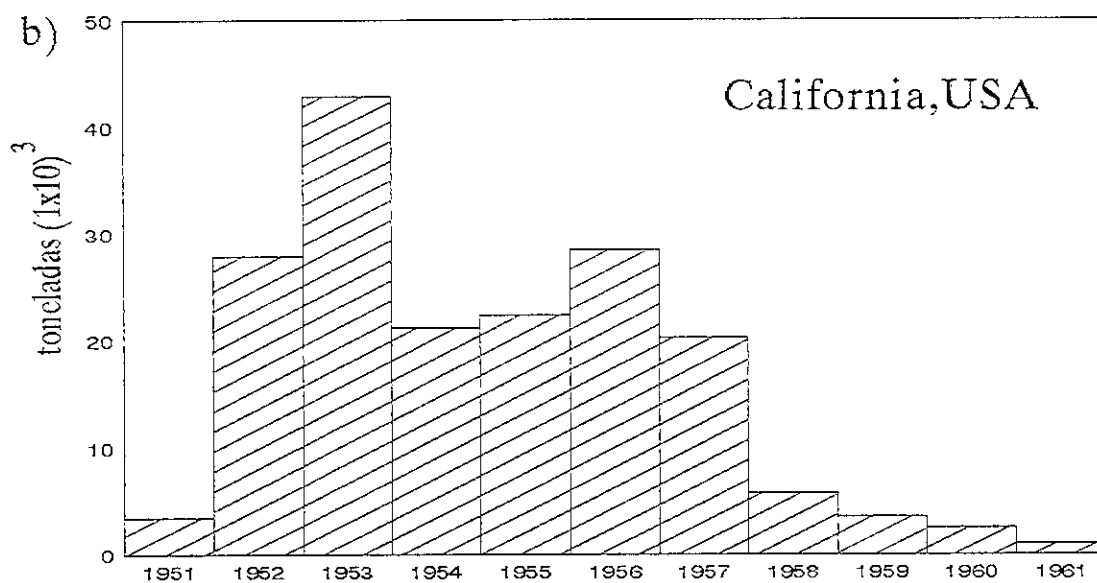
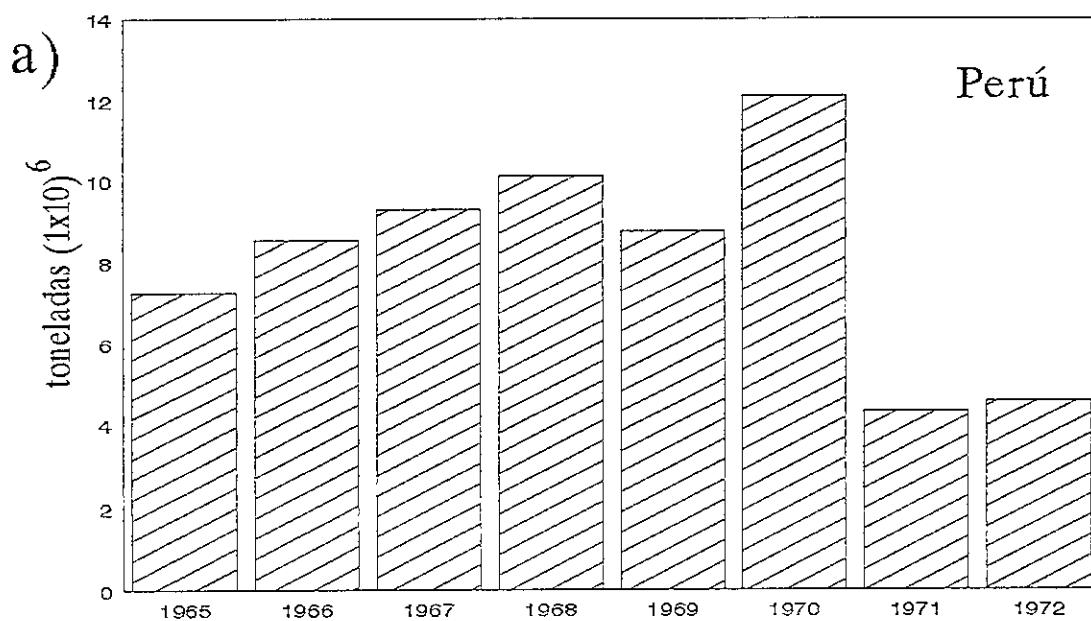


Fig.2.- Datos de captura para a) *Engraulis ringens* en la costa de Perú, y b) *Engraulis mordax* para la costa oeste de Estados Unidos. Obsérvense las caídas drásticas en las temporadas de pesca.

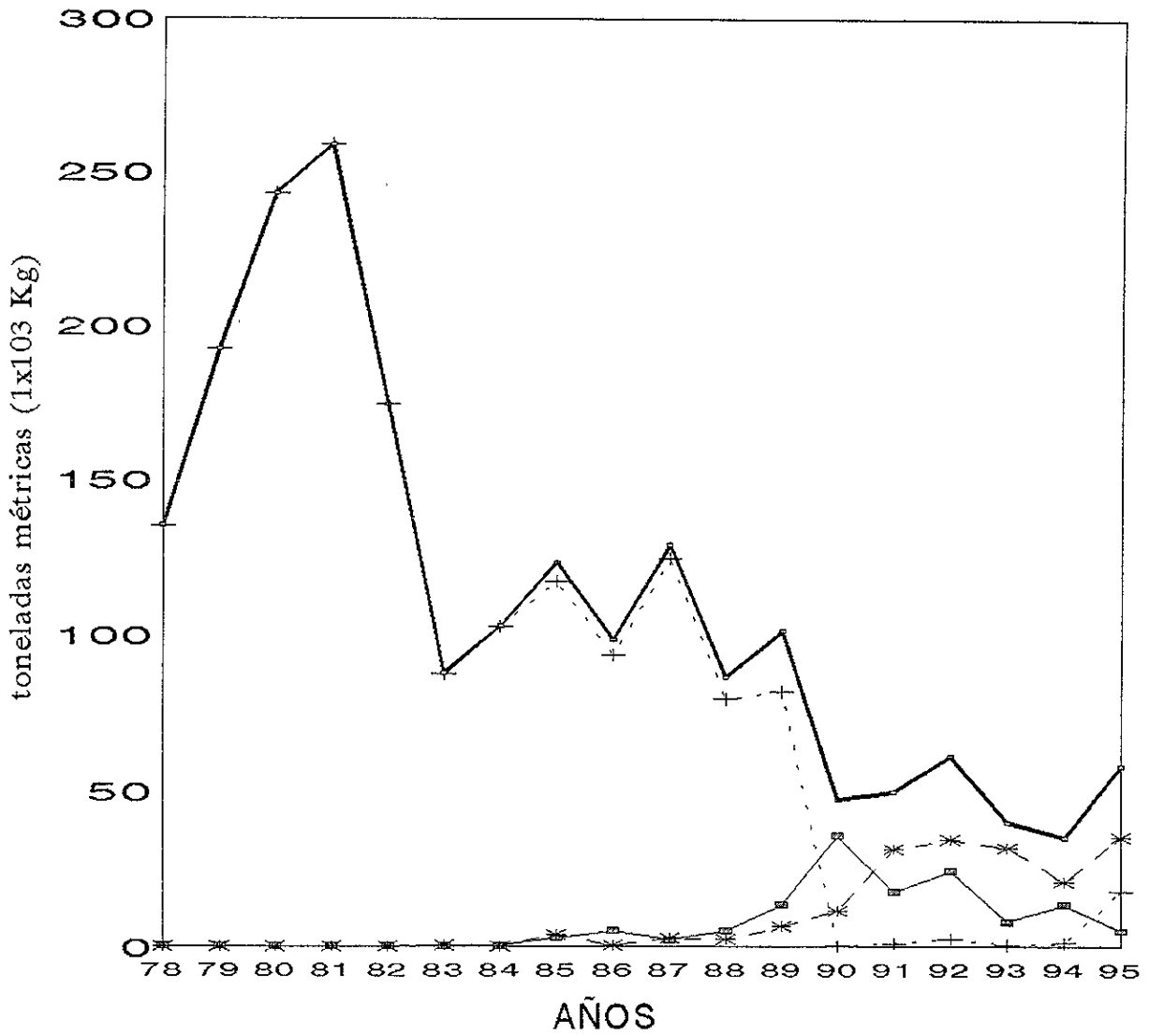
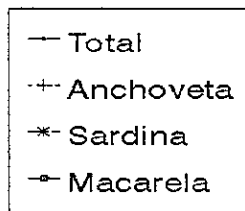


Fig 3.- Capturas anuales de pelágicos menores documentadas en los últimos 18 años en la costa occidental de Baja California (Tomado de García-Franco y Sánchez,1996).



mordax también es drástico, ya que de 1981 a 83 el volumen de captura cayó de 280,000 a 78,000 tm (García-Franco y Sánchez, 1996) (Fig. 3). De este modo el estudio de los cardúmenes que forman es una línea de investigación que puede proporcionar indicios claros sobre las causas de tales colapsos, permitiendo así predecirlos y manejarlos adecuadamente.

1.3 Regiones de surgencias

El fenómeno de formación de cardúmenes es particularmente notable en algunas áreas de las regiones costeras en el mundo, tales como la costa de Perú, la región de las Islas Canarias y la costa occidental de la península de Baja California en México y sur de California en Estados Unidos (fig. 4). Todas estas regiones presentan ciertas características en cuanto a las condiciones de temperatura, salinidad y nutrientes que las convierten en zonas muy productivas y capaces por lo mismo de mantener grandes poblaciones planctónicas y nectónicas, e indirectamente de otros organismos asociados a ellos (i.e. aves y mamíferos marinos), resultando por lo tanto altamente propicias para la pesca. La característica común a estas zonas es la presencia de surgencias, que son el movimiento ascendente de agua subsuperficial transportada hacia la superficie, en dirección opuesta a la costa por un flujo superficial horizontal (Barber y Smith, 1980) (Fig. 5). Produciéndose anomalías horizontales en la distribución de las propiedades físicas (temperatura y salinidad) y químicas (oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, fosfatos) que normalmente tiene marcados gradientes verticales (Torres-Moye y Acosta-Ruiz, 1986).

En este tipo de zonas de surgencia costera aproximadamente en un radio de 50 km de la costa hay un aporte de nutrientes nuevos hacia la capa de mezcla que promueven los florecimientos y la disponibilidad de materia orgánica lo que provoca la presencia en grandes cantidades de consumidores secundarios además de establecerse interesantes relaciones tróficas, obteniendo de ellas la mitad de la pesca mundial a pesar de que sólo comprenden el 0.1% del área de la superficie del océano (Cushing, 1978). Dentro del comportamiento se ha observado que están determinadas por tres escalas de tiempo: estacional, semanal y diaria.

El período correspondiente a la escala estacional también es conocido como inicio de surgencias y puede presentar cambios notables en las características oceanográficas de la región (ejemplo: Oregon y Portugal) o pequeñas variaciones en un ciclo anual (Walsh, *et al.*, 1977). Las surgencias también involucran cambios en la distribución de masas de agua, ya que ahora las capas densas se acumulan a lo largo de la costa y el agua menos densa de la superficie es transportada lejos de la costa. Esta distribución es debida, por lo tanto, a la acción del viento sobre las corrientes costeras, principalmente. Margalef (1978) considera que las surgencias son los sitios de fertilización del océano y representan una deformación local de las condiciones ecológicas de las zonas donde se producen, donde se da un bajo reciclamiento de materiales y en cambio un alto intercambio de nutrientes y energía con las áreas circundantes, siendo este de tipo asimétrico con entrada de

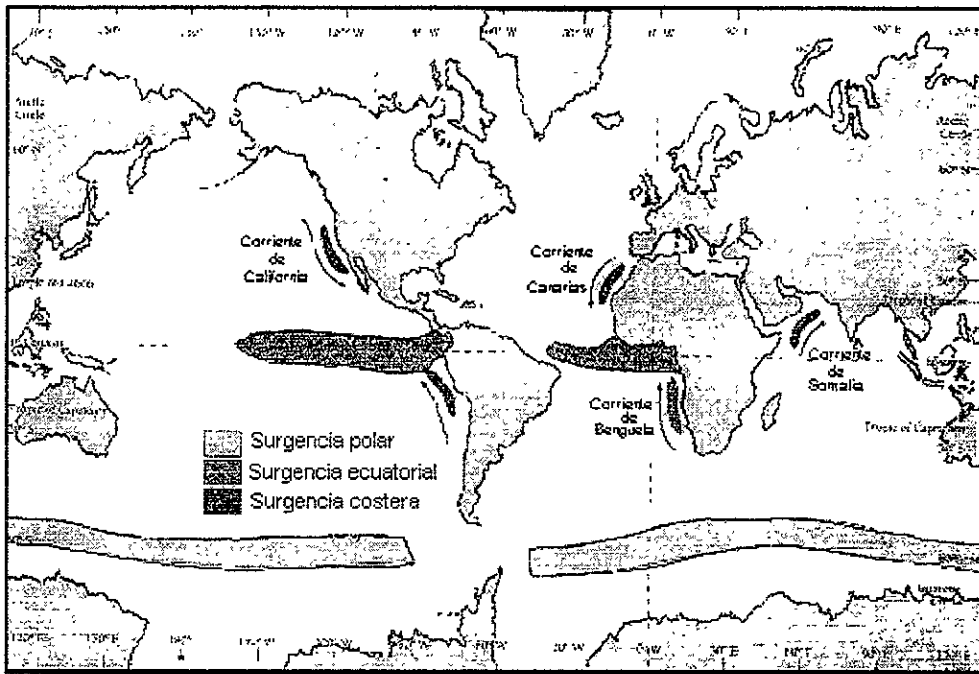


Fig 4.- Tipos y ubicación de las principales regiones de surgencias en el mundo (Basado en Pinet, 1992)

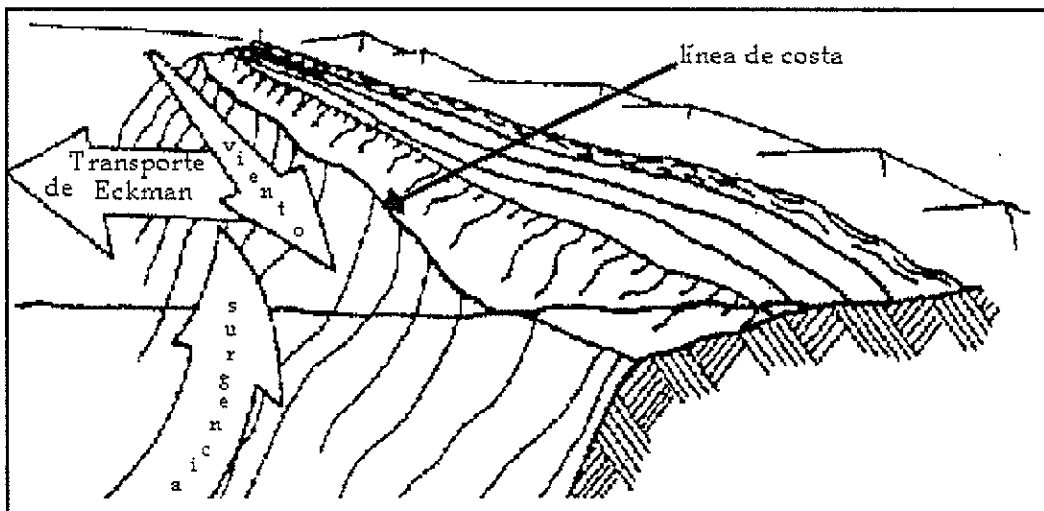


Fig. 5.- Representación del mecanismo de una surgencia costera, relacionando los elementos que la conforman, (basado en Pinet, 1992).

nutrientes en las capas profundas y altas concentraciones de organismos en la superficie. Aquí el oxígeno y el nitrógeno son transferidos hacia la atmósfera y el carbono, fósforo y minerales al sedimento (Fig. 6). Respecto a los organismos que aquí habitan, este mismo autor considera que aquellos que presentan estrategias "r" tendrían cierta ventaja, debido a la inestabilidad ambiental característica. En el caso de la costa occidental de Baja California el tipo de surgencias es costero, produciéndose cuando la acción de los vientos provenientes del Noroeste del continente desplazan las aguas superficiales de las Corrientes de California y Davidson hacia mar adentro, creándose un diferencial de nivel de masas de agua, lo que aunado al efecto de la fuerza de Coriolis y el Transporte de Eckman provoca el ascenso de aguas ricas en nutrientes, ubicadas originalmente en el estrato subsuperficial (100-200m) y pertenecientes a la contracorriente de California.

1.4 Hidroacústica.

Aspectos físicos

La hidroacústica es una la que facilita la observación, exploración y estudio de los organismos acuáticos vía el empleo de ondas sonoras. Funciona mediante la utilización de energía acústica bajo la forma de dichas ondas aprovechando la penetración de estas en el medio líquido, la cual presenta ventajas en cuanto a velocidad de dispersión que otro tipo de radiaciones no tienen tales como las luminosas o las de radio, así como la propiedad de reflexión del sonido al contacto con un cuerpo con diferente densidad (McLennan y Simmonds, 1992). Para la utilización de la energía acústica se han fabricado equipos que permiten obtener y analizar datos de los organismos. Un equipo hidroacústico necesario en el estudio de organismos marinos se compone de una ecosonda, un transductor, una interfase, equipo de cómputo con programas que permitan analizar los registros obtenidos, y redes de arrastre para la obtención de muestras biológicas, cuya intensidad acústica reflejada depende de la talla del organismo así como de las propiedades de este como objeto reflejante (Burczynski, 1982). En el caso particular de los peces la vejiga natatoria es el factor que más influye en la producción del eco (Torres-Gaytán, 1984), ya que debido al aire contenido se forma una cavidad de resonancia que al incidir en el patrón de dispersión del haz lo refleja generando un eco más intenso que aquellos producidos por cuerpos o sustancias más similares al agua. Entre las ventajas más importantes que este tipo de equipos representan están el que proporcionan una imagen confiable sobre la densidad y tamaño aproximado de los organismos ecodetectados lo que permite calcular más fácilmente el rendimiento de captura, facilidad de manejos, independencia de las condiciones del mar, rápido análisis de información, etc (Thorne, 1987). Son éstas, y otras ventajas las que han hecho que todos los países con tecnología pesquera, incluso medianamente desarrollada, hayan optado por incorporar estos sistemas dentro de los métodos usuales de prospección, con bastante éxito.

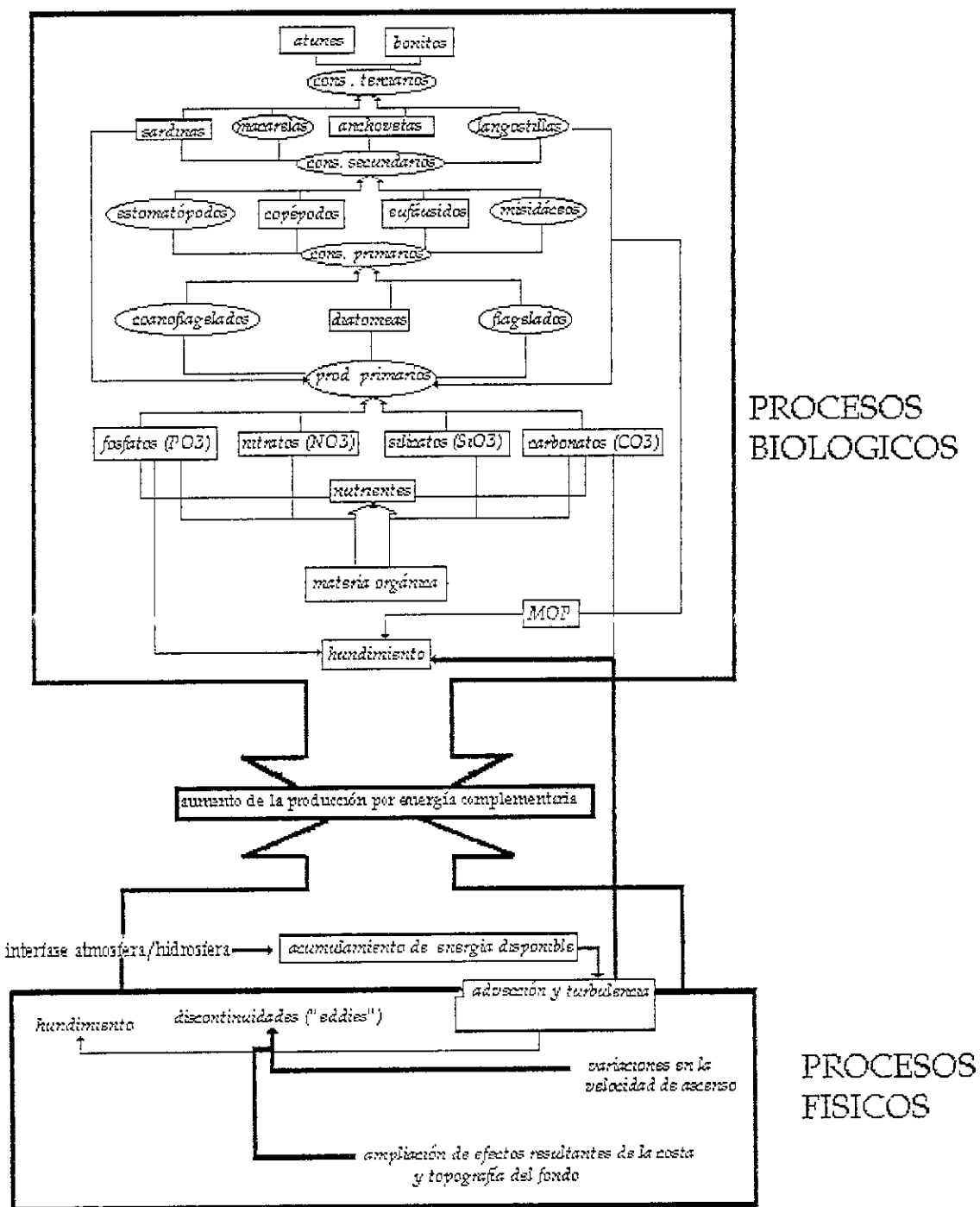


Fig. 6.-Flujo de energía en un sistema de surgencias y su distribución en la red trófica (Basado en Margalef, 1978).

Es propósito del presente proyecto responder a las siguientes preguntas:

-¿Cual fue la distribución de las poblaciones de pelágicos menores en la costa occidental de Baja California en otoño de 1994?

-¿Existe una relación entre la distribución de dichas poblaciones y los parámetros oceanográficos mas importantes, como la temperatura y la salinidad?

-¿Existe algún patrón de migración vertical identificable durante el ciclo nictemeral?

-¿Que relación hay entre su abundancia con la del zooplancton?

Dada la importancia que los pelágicos menores tienen como recurso pesquero y alimenticio en la región occidental de Baja California es necesario conocer algunos aspectos de su ecología tales como su distribución y desplazamiento en zonas de surgencia. En base a esto se desarrolló la presente tesis con los siguientes objetivos:

1.5 Objetivos

Objetivo General

Determinar los patrones de distribución espacial de pelágicos menores en tres zonas de estudio de la costa occidental de la península de Baja California durante octubre de 1994 mediante el empleo de prospecciones hidroacústicas.

Objetivos Particulares-

- Caracterizar el proceso de migración vertical de los cardúmenes que este grupo de especies conforman en un ciclo nictimeral .

- Asociar parámetros oceanográficos (temperatura, salinidad) con la distribución espacial de las poblaciones de este grupo de peces.

- Relacionar en base a la información acústica obtenida el desplazamiento de dichos bancos con los movimientos del zooplancton asociado.

1.6 Hipótesis de trabajo

En la costa occidental de Baja California la densidad de las poblaciones de pelágicos menores está determinada a nivel general por la variación latitudinal de la temperatura, salinidad y zooplancton.

2.- ANTECEDENTES

La literatura existente sobre los temas que abarca este trabajo es de notable abundancia. Baste decir que el programa CalCOFI (California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations) recaba desde hace más de 40 años datos sobre el comportamiento de las pesquerías de sardina monterrey y anchoveta norteña, así como de las poblaciones de plancton asociado a ellas.

En los aspectos biológico y pesquero de los pelágicos menores destacan el trabajo de Baxter (1966), donde realiza una diagnosis de la anchoveta norteña, *Engraulis mordax*. El colapso de pesquerías de pelágicos menores ha sido analizado por Idyll (1973) con la anchoveta peruana *Engraulis ringens*. Radovich y McCall (1979) proponen modelos de manejo de pesquerías para *Engraulis mordax*. En otro artículo, Cushing (1982) relaciona el efecto de las pesquerías con cambios climáticos concluyendo que las pesquerías de este tipo de especies pueden verse afectadas. Fiedler *et al.* (1986) evalúa los efectos del Niño (1982-84) también en esta especie. James (1987) describe los hábitos alimentarios de *Engraulis capensis*, donde muestra que se alimenta selectivamente del macrozooplancton, especialmente copépodos calanoideos y eufáusidos. Bergh y Butterworth (1987) ponderan algunas consideraciones sobre la imprecisión de los métodos tradicionales de evaluación pesquera y Crawford (1987) evalúa las relaciones de sustitución de especies entre sardina, macarela y anchoveta. En modelación de pesquería de sardina. Hamman *et al.* (1988) en el Golfo de California relaciona el ciclo de vida de la sardina con el ambiente pelágico. Los hábitos alimenticios de las especies han sido analizados por Chiappa *et al.* (1989) para anchoveta. Crecimiento, longevidad y mortalidad fueron aspectos trabajados por Gallardo-Cabello y Chiappa-Carrara (1990). Escudero y Castellanos (1990) realizan nuevamente una revisión de *Engraulis mordax* abarcando aspectos biológicos y ecológicos. Arrizaga *et al.* (1992) trabaja sobre la biología de la macarela *Scomber japonicus* en aguas chilenas. Los hábitos alimenticios en sistemas similares de los pelágicos menores como reguladores de fito y zooplancton fueron descritos por Hewitson (1993) y Hewitson y Cruishank (1993). En México deben citarse los trabajos de Cisneros-Mata (1990), Lluch-Belda *et al.* (1992) García-Franco *et al.* (1995), García-Franco y Sánchez (1996) y Félix Uruga *et al.* (1996) quienes realizan seguimientos históricos del comportamiento de las principales pesquerías del Noroeste (sardina monterrey, anchoveta y macarela). Para otros grupos de organismos importantes en sistemas pelágicos se cuenta con los escritos de Torres-Moye y Alvarez (1987), que evalúan los efectos del Niño de este mismo período sobre el fitoplancton. Sobre alteraciones a meso y macroescala en el ecosistema pelágico se cuentan entre otros los trabajos de Brinck (1987) y Lluch-Belda *et al.* (1988), en donde hacen algunas consideraciones sobre el efecto del cambio climático global en el Noroeste mexicano. En cuanto a procesos físicos y ecología de surgencias Cushing

(1978) y Mathisen (1978) describen los mecanismos de niveles tróficos superiores en áreas de surgencia como Perú y California. Barton y Argote (1980) mencionan que en Punta Colnett, Baja California, el patrón de vientos e isothermas son típicos de surgencias en tanto que Gómez-Valdez y Vélez (1982) reportan las variaciones estacionales de temperatura y salinidad en la región costera de la corriente de California. Kelly y Blanco (1984) caracterizan un proceso de surgencia en Chile. Gaxiola (1986) señala a las áreas costeras como las más productivas del Pacífico Mexicano mientras que Jones y Henderson (1987) plantean que la eficiencia de la transformación de la energía de productores primarios a peces puede ser modificada por la variación de la biomasa de estos últimos. Carter *et al.* (1987) caracteriza las propiedades físicas del sistema de surgencias de la corriente de Benguela particularmente en formación de termoclinas y dinámica de pelágicos menores. Walters y Collie (1988) enfatizan la necesidad de investigar el comportamiento a macroescala de los factores ambientales para planear correctas estrategias pesqueras a largo plazo. Sharp (1987) y Bakun (1994) señalan los efectos del cambio climático en la actividad de surgencias donde concluyen que el aumento de estas beneficiará al grupo. Generalidades sobre este tema pueden encontrarse en, entre otros, Laevastu (1993). Finalmente, destaca también la serie de artículos dedicados al cambio climático y sus efectos sobre la pesca publicados en el número 2 del volumen 119 de la revista *Transactions of American Fisheries Society*.

En lo referente a cardúmenes, Hunter (1968) publica sobre los efectos de la luz en la agrupación y conducta de alimentación de *Trachurus symmetricus*. Larkin y Walton (1969) describen relaciones entre migraciones y tamaño del cardumen. Radakov (1973) publica un libro que sirve de base a teorías posteriores sobre ecología de cardúmenes. Koslow (1981) hace investigaciones sobre la selectividad alimentaria de cardúmenes de anchoveta. Robinson y Pitcher (1989) mencionan que la velocidad de nado en el arenque se ve afectada por periodos de privación de alimento. Una compilación más abundante sobre ecología y comportamiento de cardúmenes proviene de Pitcher y Parrish (1993) donde hacen una evaluación de las formas del comportamiento de agrupaciones en teleósteos. Helfman (cit. en Pitcher 1993) describe las variaciones en las conductas de peces durante el día, noche y crepúsculo. Robinson y Arenas (1995) reportan que en un cardumen de anchoveta existen diferencias en las tasas de alimentación. Sobre interacciones intra e interpoblacionales está el trabajo de Murphy (1972) donde describe las relaciones de competencia de *E. mordax* con otros pelágicos de este mismo grupo. Alheit (1987) señala al canibalismo de *E. mordax* como una efectiva manera de autorregulación de poblaciones, particularmente en la etapa de huevecillos. Los trabajos de Sheperd y Cushing (1990) replantean el tema de la autorregulación en poblaciones. Por último, Kawasaki (1992) postula los mecanismos que gobiernan las variaciones entre las poblaciones de las diferentes especies de pelágicos menores y la interacción que de ellas resulta.

Hay sobre hidroacústica, al igual que en los temas anteriores, una abundante literatura. A nivel general los trabajos de obligada referencia son los de McNeill (1971) donde aporta métodos estadísticos para el análisis de ecogramas. De necesaria lectura son los trabajos de FAO (1980), Burczynski (1982), Thorne (cit. en Nielsen, 1987) Mitsun (1983) y McLennan y Simmons (1992) todos sobre principios de hidroacústica y funcionamiento de ecosondas. En el aspecto biofísico las investigaciones de Torres-Gaytán (1984) abordan las características de la vejiga gaseosa como órgano resonante. Bergstad (1990) describe las asociaciones de peces en fiordos noruegos. Theparoonuat (1993) experimentan con diferentes métodos de análisis de fuerzas de blanco. Jones y Vie (1994) realizan observaciones sobre la capa de dispersión en lagos. Massé y Rethiere (1995) evalúan el efecto de la cantidad de transectos y las capturas en estimaciones acústicas de biomasa. McClatchie, *et al.* (1996) reevalúan las relaciones entre la talla del pez, la frecuencia del haz y fuerza de blanco y, de especial importancia, son los trabajos de Hampton (1987) y Barange (1994) que caracterizan acústicamente cardúmenes de *Engraulis capensis*. Ohshimo y Hamatsu (1996) realizan estimaciones acústicas de *Engraulis japonicus* en la bahía de Hokkaido. Entre los trabajos referentes a la zona puede mencionarse a Blackburn y Thorne (1974) que identifican el necton presente en una capa de dispersión profunda en San Hipólito, B.C.S., Melcer *et al.* Realiza estimaciones sobre biomasa de pelágicos en la zona centro. Pearre (1979) aborda los problemas de la detección e interpretación de las migraciones verticales. Más recientemente Nonacs *et al.* (1994) efectúa estudios similares. Por último Robinson, *et al.* (1995 y 1998) caracterizan los movimientos verticales y horizontales de ecos asociados a peces (probablemente *E. mordax*) en Punta Eugenia y describen la estructura de una capa de dispersión en Bahía Magdalena, B. C.

3.- ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio comprende desde los 22° 13" lat N y 110° 12" long E, a la altura de Bahía Magdalena, Baja California hasta los 32° 30" lat N y 117° 43" long E.

3.1 Topografía

La Costa Occidental de Baja California es una de las áreas más dinámicas en cuanto al relieve de costas presentando morfoestructuras principales como son: plataformas continentales, taludes, borde continental, trincheras, cuencas de mar marginal, montañas aisladas, crestas montañosas diversas, arco insular, planicie abisal, borderland dorsal, y fosa rift. Se ha descrito la plataforma continental con una amplitud muy irregular, alcanzando en el extremo norte de la península unos 20 km de ancho, al sur del paralelo 33 disminuye a 3km y se ensancha hacia Ensenada hasta 13 km.; hacia el sur alcanza de 15 a 30 km. haciéndose más evidentes estos incrementos en las grandes bahías con máximos de 140 a 150 km. de ancho (como en Bahía Vizcaíno). La pendiente en el talud en general es abrupta, dada la naturaleza topográfica de la zona.

Hay sobre hidroacústica, al igual que en los temas anteriores, una abundante literatura. A nivel general los trabajos de obligada referencia son los de McNeill (1971) donde aporta métodos estadísticos para el análisis de ecogramas. De necesaria lectura son los trabajos de FAO (1980), Burczynski (1982), Thorne (cit. en Nielsen, 1987) Mitson (1983) y McLennan y Simmons (1992) todos sobre principios de hidroacústica y funcionamiento de ecosondas. En el aspecto biofísico las investigaciones de Torres-Gaytán (1984) abordan las características de la vejiga gaseosa como órgano resonante. Bergstad (1990) describe las asociaciones de peces en fiordos noruegos. Theparoonuat (1993) experimentan con diferentes métodos de análisis de fuerzas de blanco. Jones y Vie (1994) realizan observaciones sobre la capa de dispersión en lagos. Massé y Rethiere (1995) evalúan el efecto de la cantidad de transectos y las capturas en estimaciones acústicas de biomasa. McClatchie, *et al.* (1996) reevalúan las relaciones entre la talla del pez, la frecuencia del haz y fuerza de blanco y, de especial importancia, son los trabajos de Hampton (1987) y Barange (1994) que caracterizan acústicamente cardúmenes de *Engraulis capensis*. Ohshimo y Hamatsu (1996) realizan estimaciones acústicas de *Engraulis japonicus* en la bahía de Hokkaido. Entre los trabajos referentes a la zona puede mencionarse a Blackburn y Thorne (1974) que identifican el necton presente en una capa de dispersión profunda en San Hipólito, B.C.S., Melcer *et al.* Realiza estimaciones sobre biomasa de pelágicos en la zona centro. Pearre (1979) aborda los problemas de la detección e interpretación de las migraciones verticales. Más recientemente Nonacs *et al.* (1994) efectúa estudios similares. Por último Robinson, *et al.* (1995 y 1998) caracterizan los movimientos verticales y horizontales de ecos asociados a peces (probablemente *E. mordax*) en Punta Eugenia y describen la estructura de una capa de dispersión en Bahía Magdalena, B. C.

3.- ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio comprende desde los 22° 13" lat N y 110° 12" long E, a la altura de Bahía Magdalena, Baja California hasta los 32° 30" lat N y 117° 43" long E.

3.1 Topografía

La Costa Occidental de Baja California es una de las áreas más dinámicas en cuanto al relieve de costas presentando morfoestructuras principales como son: plataformas continentales, taludes, borde continental, trincheras, cuencas de mar marginal, montañas aisladas, crestas montañosas diversas, arco insular, planicie abisal, borderland dorsal, y fosa rift. Se ha descrito la plataforma continental con una amplitud muy irregular, alcanzando en el extremo norte de la península unos 20 km de ancho, al sur del paralelo 33 disminuye a 3km y se ensancha hacia Ensenada hasta 13 km.; hacia el sur alcanza de 15 a 30 km. haciéndose más evidentes estos incrementos en las grandes bahías con máximos de 140 a 150 km. de ancho (como en Bahía Vizcaíno). La pendiente en el talud en general es abrupta, dada la naturaleza topográfica de la zona.

3.2 Masas de agua

En esta zona concurren dos masas de agua características: la masa de agua del sur de origen ecuatorial, relacionada con la corriente norecuatorial y que presenta altos valores de temperatura salinidad, en contraste con el oxígeno y fosfatos en aguas superficiales, cuya haloclina es ausente (Reid, *et al.*, 1958) y que se localiza frente a Baja California Sur, a partir de Punta Eugenia hasta Cabo San Lucas. Tanto la temperatura como la salinidad son menores que el promedio anual ($21.0 \pm 1.2^\circ\text{C}$) tendiendo a ser mayores al promedio en verano y otoño y menores en invierno. Respecto a salinidad las variaciones son positivas en otoño e invierno y negativas en verano (De la Lanza, 1991). La otra masa de agua presente se denomina masa de transición (Dodimead, *et al.*, 1963) que resulta de la mezcla de las aguas Ecuatorial y Subtropical, por dilución de aguas costeras y precipitación. La temperatura con respecto al promedio anual ($15.7 \pm 0.4^\circ\text{C}$) es alta en verano y otoño y baja en primavera e invierno. Las desviaciones en salinidad se presentan más bajas que en la zona de masa de agua del sur ($33.40 \pm 0.03\%$). La temperatura disminuye en verano y aumenta en primavera e invierno, probablemente debido al incremento de surgencias en verano y otoño (Cervantes-Duarte *et al.*, 1993). Chiappa-Carrara (1988) señala la existencia de cinco masas de agua en la zona, de las cuales tres son superficiales, dos son subsuperficiales y una profunda, por lo que se considera que las tres primeras son las que conforman verdaderamente al sistema de corrientes de California. Estas masas son el agua subártica del Pacífico, agua central del Pacífico norte, aguas costeras de surgencias, que en parte son derivadas de la masa Subártica y la masa ecuatorial, el agua ecuatorial Pacífica, proveniente de la corriente norecuatorial y de una alta concentración de nutrientes y está reducida al talud continental y el agua intermedia del Pacífico Norte de baja salinidad y oxígeno disuelto. En general se considera que estas masas pueden agruparse en dos grandes grupos, que son la del norte y la masa de agua del sur, que comprende principalmente al agua ecuatorial.

3.3 Corrientes

La principal corriente que influye en el área es la Corriente de California, que en realidad es un sistema de corrientes cuyo origen es la combinación de las corrientes de Japón (Kuroshio) de aguas cálidas y por la corriente nortea de Oyashio, predominantemente templada (Hickey, 1979). Está constituido por tres ramales, interno, externo y principal o central (González y Gaxiola, 1991). Se inicia a 300 km frente a las costas de Washington y Oregon, USA a la altura del paralelo 45°N y se extiende hacia el Sur hasta el paralelo 25°N frente a Cabo San Lázaro, BCS; Sus límites varían de un año a otro. La producción media anual de carbono es de 96 a $155\text{g}/\text{cm}^2$ y una de sus características es que es débil y lenta, alcanzando la parte extrema de Baja California, donde se encuentra agua del Pacífico ecuatorial y es desviada hacia el oeste, a medida que es desviada se calienta y la salinidad se incrementa por evaporación, después se mezcla con el agua ecuatorial y

que se transforman en parte de las aguas de la corriente norecuatorial (Sverdrup, *et al.*, 1942). Se ha registrado para el verano que son aguas relativamente frías ($T_{\max} < 15^{\circ}\text{C}$) y poco salinas ($S < 34.6$). En promedio, el ancho de la corriente ha sido determinado en un rango de 1000 (Reid, *et al* 1963) a 1600 km (Bernal y McGowan, 1981).

Una particularidad notable de la dinámica de las corrientes es que en el sur de California y en Baja California, particularmente entre los 30 y 31 grados se desarrollan dos áreas de turbulencia, que presentan la característica de temperaturas mayores dentro de la misma columna de agua, con hábitats especiales, que se relaciona con la actividad termal del piso oceánico, ya que es en estas zonas donde se presenta el fenómeno de las ventilas hidrotermales. El resto de la corriente no parece verse afectada por el fondo, tal vez por la poca extensión de la plataforma continental (Chiappa-Carrara, 1988; McCall, 1986).

De acuerdo a Hickey (1979) dentro de las corrientes que conforman este sistema se incluyen a (fig. 7):

- a) **La corriente submarina o profunda.** Presenta dirección al Polo Norte, es una corriente de chorro y se presenta en el talud continental, frente a Washington. Se presenta en Baja California en invierno.
 - b) **La corriente de Davidson o contracorriente superficial,** dirigida hacia el Norte que presenta dos fases diferentes, una es hacia el mar a partir del talud continental frente a Washington y Oregon y la otra se dirige hacia al Noroeste hacia Punta Concepción.
 - c) **La contracorriente de California** consecuencia de la circulación atmosférica del viento, el cual alcanza su máximo impulso cerca de la costa, lo que provoca una variación estacional de la presión atmosférica, reflejada en la presencia de precipitaciones. Se presenta a finales de verano y otoño por efecto del viento al sur de los 40°N .
 - d) **La corriente de California,** de naturaleza geostrófica, con flujo de Norte a Sur con aproximadamente 500m de profundidad. Su velocidad de flujo oscila entre los 12.5 y 25cm/s, pudiendo presentar velocidades de 50cm/s durante cortos períodos de tiempo, fluye principalmente hacia el Sureste; los vientos son en su mayoría provenientes del Norte y del Oeste (Wooster y Reid, 1963). Su máximo desarrollo se presenta en el verano, de los 30 a 35° y de los 25 - 30°C en primavera y principios del verano (Pavlova, 1966). A la altura de Cabo San Lucas se han obtenido registros a lo largo del año entre los 0 y 150 metros de profundidad y con una tendencia hacia afuera de la costa (Chelton, 1981). La velocidad de la corriente tiende a aumentar conforme avanza hacia el sur y gran parte del agua que la compone se dirige para conformar las zonas de surgencias que caracterizan a esta región. Referente a las variaciones estacionales presentes en este sistema, el otoño se caracteriza por presentar fuertes vientos del norte. La magnitud y velocidad de la Corriente de California disminuye, la contracorriente del Sur adquiere máxima velocidad y la de Davidson su máximo desarrollo. En
-

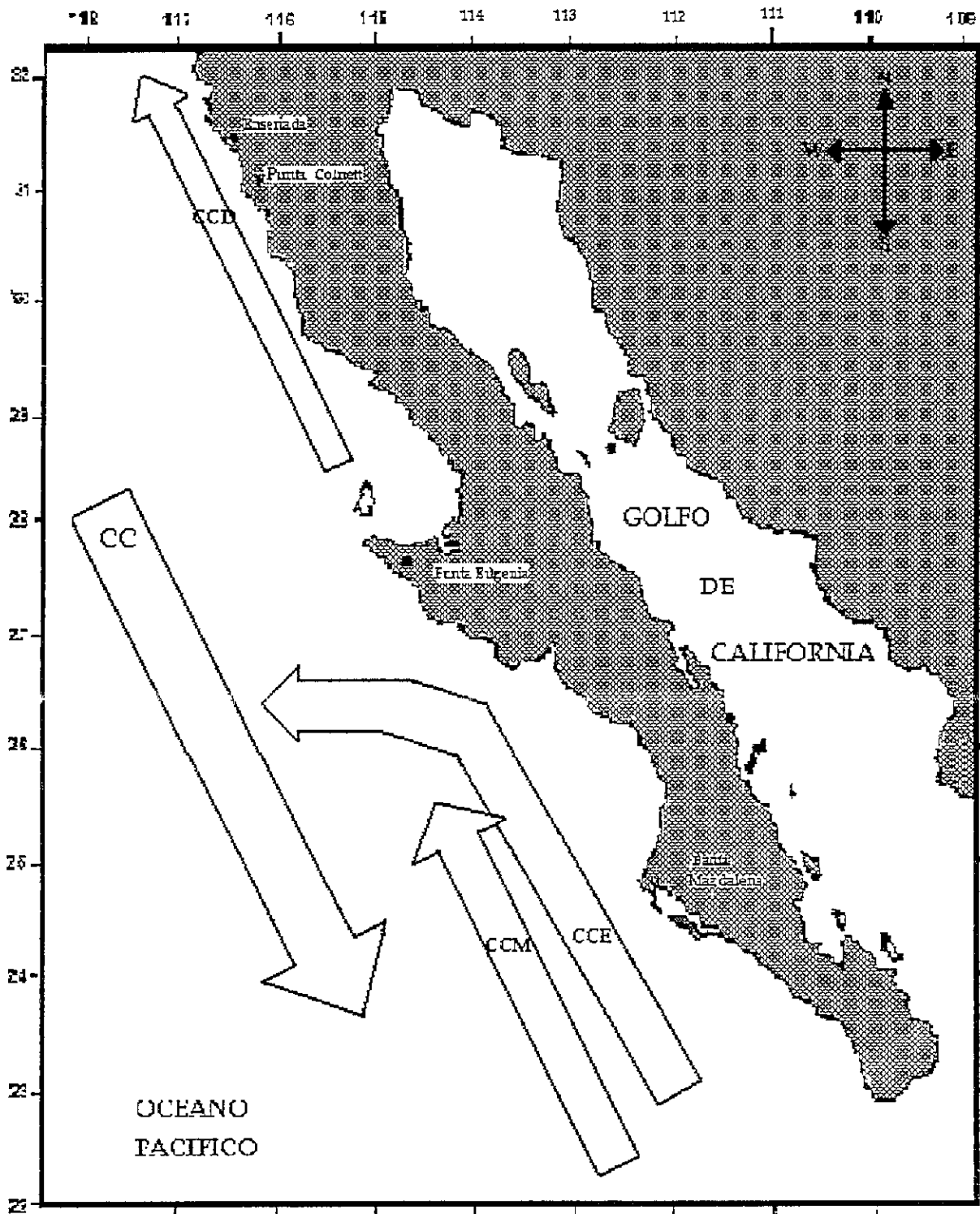


Fig 7.-Corrientes dominantes de la zona en la época de muestreo (Basado en Rosas, 1997). CC : corriente de California CD: corriente de Davidson. CCM: contracorriente de California meridional. CCE: contracorriente ecuatorial

Septiembre y Noviembre hay giros grandes a 200m y por debajo de estos, a los 300, hay mayor número de ellos, pero pequeños. En Septiembre y Noviembre hay un giro cerca de Punta Eugenia que proyecta aguas de alta salinidad hacia el Noroeste por medio de aguas sureñas. Hay surgencias continuas en Baja California Norte en Septiembre (De la Lanza, 1991). Lynn (1967) menciona que a la altura de la Bahía de San Quintín llevan aguas de alta salinidad hacia la superficie

3.4 Mareas

El régimen de mareas es de tipo mixto semidiurno con una gran desigualdad diurna, en donde se presentan comúnmente dos pleamares y dos bajamares. Las amplitudes van aumentando desde Ensenada hasta alcanzar su valor máximo aproximadamente en Punta Abreojos decreciendo hasta Cabo San Lucas (Grivel, 1986, 87).

3.5 Surgencias

Como se mencionó anteriormente, estas áreas se caracterizan por la presencia más o menos continuas de surgencias, que son ocasionadas por vientos dominantes del Noroeste (Chávez de Ochoa, 1975). Numerosos artículos han sido escritos sobre el tema, entre estos Lynn (1967) indica que la intensidad de las surgencias se incrementa en abril y mayo, cuando los vientos del Este y Noroeste son más fuertes, por lo que hay un efecto notable sobre estas áreas, lo que incide en la dinámica de las poblaciones pelágicas y neríticas de zooplancton y necton. Cervantes-Duarte *et al.* (1993) menciona que en Baja California las surgencias son estacionales, con fuerte actividad en marzo y /o abril, aunque están presentes durante todo el año. Husby y Nelson (1982) encontraron que al sur de la corriente de California se desarrolla un patrón de producción de turbulencias en dos distintas épocas del año, una de mayo a junio acorde con los vientos superficiales provenientes del norte que favorecen las surgencias y otra en otoño debida a la ocurrencia de tormentas tropicales, con una estratificación térmica relativamente fuerte de agosto a noviembre disminuyendo en el resto del año. Cabe mencionar que en Baja California los períodos de surgencias se presentan con intervalos de una a tres semanas (Walsh, *et al.* 1977).

3.6 Condiciones oceanográficas de las zonas de muestreo:

La figura 8 indica las zonas de muestreo divididas cada una en sus correspondientes transectos de 24 horas distribuidas a lo largo de la península. La determinación de las zonas de muestreo obedece principalmente a dos razones. La primera de ellas es que en estos tres puntos de la península están representadas las principales condiciones oceanográficas en cuanto a corrientes y masas de agua, y la segunda es que es en estas zonas donde se obtienen las mayores capturas de pelágicos en la región (García -Franco *et al.*, 1995).

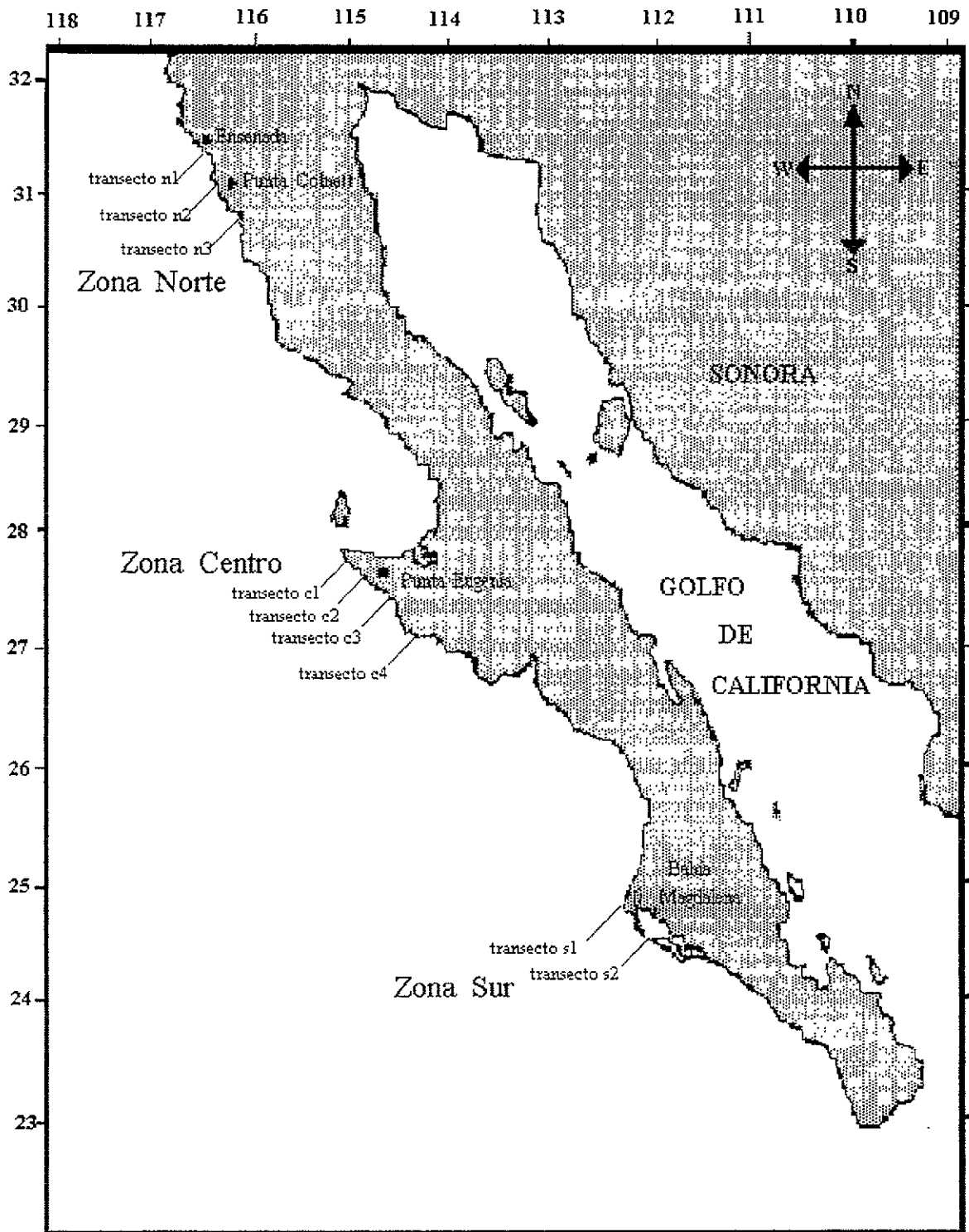


Fig 8.- Zona de estudio mostrando los transectos de 24 horas realizados en cada zona

3.6.1 Zona norte

Situada entre los 31° 30' lat. N y 116° 42' long W y los 30°20' lat. N y 116° 10' long W aproximadamente a 18 km al sur de Ensenada, esta zona se caracteriza por pertenecer a la masa de agua de transición entre la masa subártica y la masa norecuatorial, presenta una gran densidad de zooplancton en el periodo enero-marzo y especies de aguas cálidas principalmente del pacífico tropical oriental con abundancias máximas en verano y otoño. Gómez-Valdéz y Vélez (1982) reportan la presencia de surgencias para los meses de septiembre-octubre siendo en esta época cuando se producen las mayores variaciones de temperatura contrastando con los registros de salinidad, manteniéndose estos constantes durante el resto del año. Loeb (1975) encontró que la densidad de zooplancton no mantenía relación con la densidad de ictioplancton, decreciendo de Norte a Sur y de la zona costera a la oceánica apareciendo en cierto modo relacionada con la distribución de los nutrientes en la superficie. La densidad de ictioplancton era mayor en la zona norte de Baja California, resultado de las grandes poblaciones de especies predatoras. Esta zona de trabajo comprende las regiones pesqueras III, IV, y V reportadas por García-Franco *et al.* (1995) en la serie de estudios efectuados por el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Ensenada (CRIP) para monitorear la densidad de pelágicos menores. En esta región están comprendidos los tres transectos de la zona norte denominados n1, n2 y n3.

3.6.2 Zona centro

Está comprendida entre los 28°12' lat. N y 115° 28' long W a los 27° 16' lat. N y 114° 45' long W. Esta zona de transectos comienza aproximadamente a 4km al suroeste de Punta Eugenia comprendiendo parte de Bahía Tortugas y Bahía San Cristobal, B.C.S. Registros hechos en la Bahía de San Hipólito por Cervantes-Duarte *et al.* durante junio de 1989 muestran que se realiza una producción nueva de aproximadamente 6.4 gC/m²/día considerándose alta en comparación con otras zonas de surgencia. Respecto a las surgencias presentes destacan principalmente dos: Una localizada entre los 114.8° long W y 28° 30' lat N, cuya temperatura anual promedio varía entre 16 a 18°C, con una salinidad de 33.5, ubicada en la parte suroeste de Punta Eugenia, incidiendo directamente sobre la costa, abarcando hasta Isla Cedros, y las aguas oceánicas superficiales del sur, más cálidas y salinas que la anterior (19-21°C), que se encuentran a lo largo de la costa sur de Punta Eugenia, influenciando la bahía durante el verano y meses fríos. Más abajo, aproximadamente a los 200-300 metros se encuentra el agua costera profunda, baja en oxígeno y alta en temperatura, salinidad y fosfatos (Wyllie,1966). Para esta zona los transectos correspondientes se denominan c1, c2, c3 y c4.

3.6.3 Zona sur

Se encuentra situada de los 24° 44' lat. N y 112° 24' long W a los 24° 44' lat. N y 112° 13' long W. Se caracteriza porque la temperatura y salinidad en primavera presentan valores menores que el promedio anual respectivo, las desviaciones estacionales en temperatura son positivas en verano y otoño y negativas en invierno. En salinidad las desviaciones son positivas en otoño e invierno y negativas en verano. A la altura de Bahía Magdalena se registraron temperaturas y salinidades más elevadas que en océano abierto. Acosta y Lara (1978) observaron un ciclo de variación diurna en la boca de Bahía Magdalena en primavera en el que la salinidad presentaba una fuerte correlación con el ciclo de marea obteniéndose los máximos durante el flujo y los mínimos durante el refluo por lo que presentaba el comportamiento característico de un sistema antiestuarino concluyéndose que la frecuencia e intensidad de las mareas en esta zona determinan las variaciones de salinidad registradas. Los transectos de la zona sur se denominan s1 y s2 .

4.- MATERIAL Y METODOS

Este trabajo está inscrito dentro del proyecto "Sistemas Marinos de Surgencias y su Relación con Pelágicos Menores" (SIMSUP) llevado a cabo por el Laboratorio de Ecología de Pesquerías del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, de la Universidad Nacional Autónoma de México como parte de una serie de prospecciones destinadas conocer el estado actual de los stocks de pelágicos menores, principalmente anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) y sardina monterrey (*Sardinops sagax*) y su repercusión en las actividades pesqueras. Los registros acústicos, de temperatura y salinidad provienen de la base de datos de la campaña oceanográfica "SIMSUP V" efectuada durante los días 14 al 31 de octubre de 1994. El trabajo comprendió dos aspectos: operaciones de campo (colecta de muestras y registro de datos) y procesamiento de información

4.1) Operaciones de campo (colecta de muestras y registro de datos).

El registro y colecta de datos fueron llevados a cabo por el autor en tres zonas de la costa occidental de Baja California a bordo del B/O "EL PUMA" perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México. Cada una de las zonas se dividió en cuatro transectos de muestreo en los cuales se realizaron ciclos de muestreo de 24 horas. En la zona norte se realizaron tres transectos, cuatro en la zona centro y dos en la zona sur (Tabla 2).

Tabla 2.- Ubicación geográfica de las zonas y transectos de muestreo.

Zona	transecto	Latitud			Longitud			Referencia geográfica
		Nerítica	Talud	Oceánica	Nerítica	Talud	Oceánica	
Norte	1	31° 00'	30° 58'	30° 53'	116° 29'	116° 32'	116° 40'	Punta Santo Tomás, B.C.
	2	30° 41'	30° 38'	30° 35'	116° 16'	116° 22'	116° 26'	Punta Colnett, B.C.
	3	30° 24'	30° 21'	30° 18'	116° 02'	116° 07'	116° 12'	Bahía San Ramón, B.C.
Centro	1	27° 46'	27° 41'	27° 36'	115° 11'	115° 14'	115° 16'	Punta Eugenia, B.C.
	2	27° 36'	27° 33'	27° 28'	114° 54'	114° 56'	114° 59'	Bahía Tortugas, B.C.
	3	27° 19'	27° 16'	27° 12'	114° 41'	114° 43'	114° 48'	Bahía San Cristóbal, B.C.
	4	27° 66'	26° 59'	26° 56'	114° 20'	114° 25'	114° 28'	Bahía San Hipólito, B.C.S.
Sur	1	24° 42'	24° 38'	24° 34'	112° 25'	112° 27'	112° 31'	Punta San Lázaro, B.C.S.
	2	24° 27'	24° 23'	24° 20'	112° 08'	112° 13'	112° 15'	Bahía Magdalena, B.C.S.

La longitud de los transectos fue de 10 millas náuticas con una posición perpendicular a la línea de costa con una separación dentro de cada zona de 20 millas náuticas donde quedan comprendidas las regiones nerítica, talud y oceánica, estableciéndose estaciones de muestreo en cada una de ellas. El orden de las estaciones se determinó de tal manera que la primera estación estuviera situada en la

región nerítica, la segunda en la región oceánica, la tercera en el talud y la cuarta estación de nuevo en la región nerítica, esta estrategia de muestreo se realizó durante 24 horas aproximadamente. El número de estaciones muestreadas dentro de cada transecto varió de 16 a 21. Al terminar el ciclo de 24h en un transecto el buque se trasladó a la siguiente área de muestreo, donde se procede la misma operación y así sucesivamente hasta terminar las tres zonas (Fig. 9).

4.2 Datos hidroacústicos

El análisis acústico se desarrolla sobre el siguiente planteamiento: Las especies de pelágicos menores como sardina y/o anchoveta poseen una vejiga natatoria que les permite reflejar ecos de cierta intensidad llamada fuerza de blanco y que para este estudio se ubica dentro de -38 a -42 dB (Robinson *et al.*, 1998). En función del marco anterior, es posible entonces inferir patrones de distribución, tanto geográfica como nictimeral, mediante el análisis de la variación de la densidad de individuos cuya fuerza de blanco se inserte dentro de este intervalo. Un principio similar se aplica para el zooplancton, con la particularidad de que este grupo de organismos, con excepción del ictioplancton, carecen de vejiga natatoria y poseen una fuerza de blanco más débil. De esta manera, al comparar la densidad de ecos de peces y su distribución, con los ecos de zooplancton (-56 db) es posible definir de manera parcial la relación que existe entre la abundancia de estos dos grupos.

Para la obtención de datos hidroacústicos se utilizó un sistema acústico que consta de un transductor con una potencia de salida de 500 watts, una ecosonda marca SIMRAD modelo EY200 que para este trabajo operó a una frecuencia de 200kHz, y una interfase que convierte las señales eléctricas a analógicas. Este sistema opera bajo el principio de reflexión sónica y emite señales a diversas frecuencias. Las señales son conocidas como ecoseñales y son generadas en la ecosonda como pulsos eléctricos dirigidos hacia el transductor, en donde las señales eléctricas se transforman a ondas de presión, o pulsos (pings) emitidos en barrido vertical de 1 milisegundo de duración a una tasa de repetición constante de 1.75 pings/segundo, y se propagan en la columna de agua a una velocidad de 1500m/s. El transductor fue colocado en el fondo del pozo de instrumentos del buque, situado este en la parte media del barco a una profundidad de 4 metros por debajo de la línea de flotación. Los ecos recibidos por el transductor son transmitidos nuevamente a la ecosonda, y de esta a la interfase la que se conectó a una computadora DELL 486/50, la cual tiene incorporado el programa de análisis acústico HADAS (Hidroacoustic Data Acquisition System) que muestra en la pantalla los ecos obtenidos como perfiles de superficie-fondo permitiéndonos obtener imágenes

tanto de la estructura del fondo como de la presencia de organismos identificados mediante ecos dentro de un intervalo de 0 a 200m a partir del transductor. La información se observa en tiempo real en el monitor de la ecosonda y nos indica la profundidad, y extensión aproximada del (los) objeto(s) ecodetectados. En este estudio se utilizó un sistema de corrección de ganancia respecto al tiempo (TVG) de $40 \log R$, especificado para realizar estimaciones de ecoconteo (Fig. 10). Cada transecto se regionalizó en estratos, o capas. La primera de estas, denominada estrato I, abarca de 5 a 50 metros y el estrato II de 50 a 100 metros.

4.3 Sistema HADAS

En este trabajo el sistema de análisis empleado es el programa HADAS, desarrollado por Lindem y Hourri en el Departamento de Física de la Universidad de Oslo (1988). Es una combinación de software y hardware compatible a PC con monitor EGA o VGA diseñado para la interpretación de los datos obtenidos por la ecosonda. Proporciona información sobre la posición de los ecogramas en base a las fuerzas de blanco, y es compatible con ecosondas de uno o varios haces. La interfase funciona como un transformador entre los registros de la ecosonda con el programa. Consta en el hardware de dos unidades: Una es una tarjeta ADC que actúa como convertidor análogo-digital y una unidad adaptadora o interfase para conectar el ADC a grabadora o directamente a la ecosonda, está equipada con control de ganancia y filtro de supresión de ruido así, como con un detector de niveles de disparo. La unidad de software del programa permite digitalizar los ecos recibidos de la ecosonda vía interfase mostrándolos en imágenes denominadas ecogramas que corresponden a secciones superficie-fondo del transecto recorrido en las que se observa el piso oceánico y la posición, forma y fuerza de blanco (target strength) de los individuos identificados mediante ecos de diferente intensidad así como su grado de agrupación. La fuerza de blanco del organismo se identifica en la pantalla mediante un patrón cromático en donde los ecos tendientes al rojo corresponden a ecos de organismos grandes y con alta reflectividad corresponden en su mayoría a peces con vejiga u otros organismos de gran tamaño, los que son denominados ecos "fuertes", y los tendientes al azul a organismos pequeños (principalmente zooplancton) y peces sin vejiga natatoria, llamados ecos "débiles". La talla mínima de los organismos que el programa es capaz de registrar está inversamente relacionada con la frecuencia de haz utilizada. Por ejemplo, con altas frecuencias (200 kHz) se registran organismos pequeños con tallas desde 7 mm aunque tiene menor penetración. Con bajas frecuencias la resolución del haz disminuye en relación a la profundidad, por lo que a los organismos pequeños es más difícil registrarlos. El fondo es

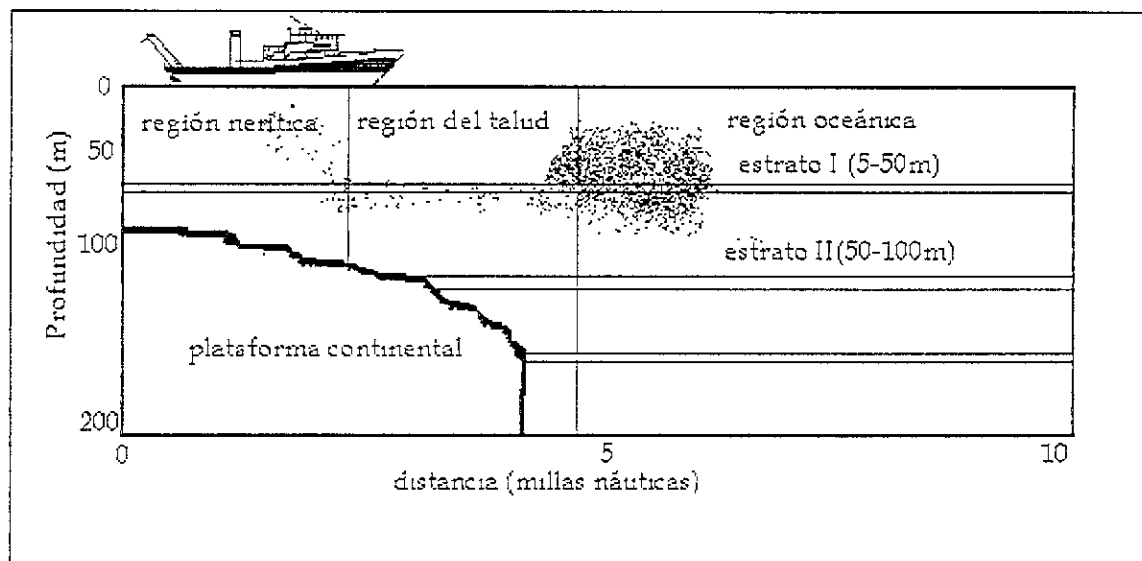


Fig.9.- Regionalización de un transecto de muestreo.

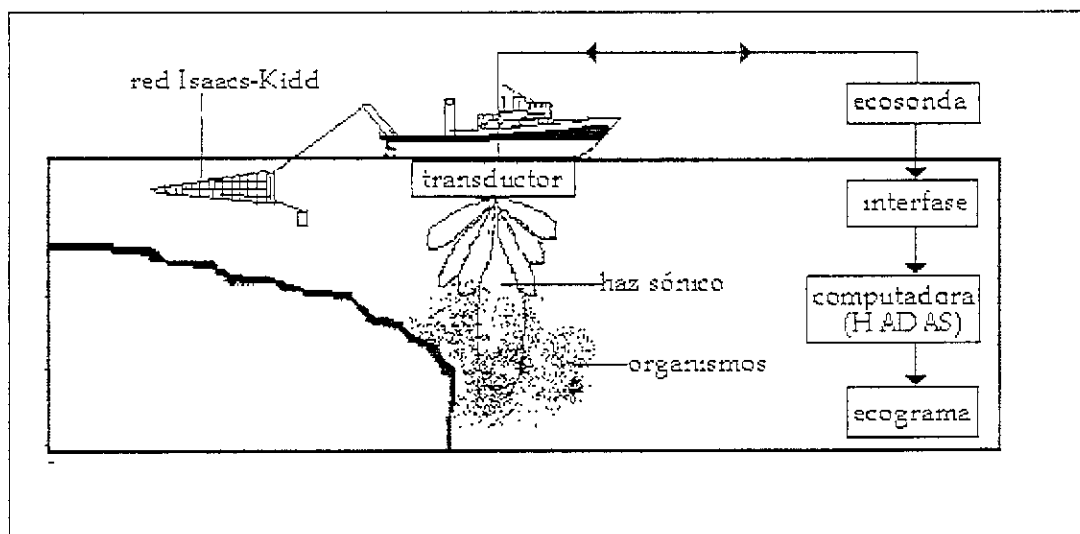


Fig10.- Flujo de información hidroacústica.

representado como una línea continua bien definida y muestra el relieve del piso oceánico.

El programa HADAS proporciona información de la distribución, abundancia, ubicación, tamaño y forma de las agrupaciones de los organismos además de realizar análisis de los ecos recibidos de los que se obtiene la densidad de los organismos registrados. Las modalidades de análisis que se realizan son: a) **ecoconteo** con el que se analizan ecos de organismos individuales y como resultante la densidad de organismos en el área de barrido calculada en individuos/hectárea y b) **ecointegración** con el cual se obtiene un índice para calcular su biomasa. Los parámetros del programa fueron configurados según se muestra en la tabla 3.

Tabla 3.- Ejemplo de los parámetros de HADAS utilizados en la ecosonda SIMRAD EY- 200.

Nombre del archivo	N1E2E3
Dirección del transecto	DE E2 A E3
Fecha	22/10/94
Hora de inicio	18:40
Ecosonda	EY-200
Ganancia	3
TVG	40 log R (ecoconteo).
Transductor	TR200
Pings digitalizados	3500
Nivel de ruido	480mV
Nivel de fondo	9960mV
Duración de fondo	999mV
Límite de registro del fondo	1m
Ruido superficial	1m
Organismos agrupados	40 muestras
Posición (latitud, longitud)	30°53'97'', 116° 40' 10''
Profundidad máxima	200 metros

El monitoreo se realizó de manera continua y los registros de la computadora fueron procesados y almacenados tanto en el disco duro como respaldados en diskettes durante la campaña. El rango dinámico del sistema utilizado es de -32 a -56 dB.

Dentro del espectro de datos correspondientes a las fuerzas de blanco se seleccionó el intervalo

de -38 a -42 dB que en orden de intensidad está asociado para pelágicos menores adultos (Robinson *et al.*, 1995). Esta relación fue determinada en base a la utilización tanto de modelos teóricos que permiten correlacionar fuerzas de blanco con tallas de peces, como en datos de ecogramas y capturas obtenidos en campañas anteriores y posteriores al estudio.

4.4 Identificación de fuerzas de blanco mediante la ecuación de Love.

La asociación de las fuerzas de blanco obtenidas en los ecogramas con las tallas de peces correspondientes fue calculada mediante la ecuación propuesta por Love (1971) desarrollada para la estimación de fuerzas de blanco y que es la siguiente:

$$TS = 19.1 \log L + 0.9 \log \lambda - 23.9 \text{ dB}$$

donde

TS= Fuerza de Blanco (Target Strength en inglés)

L= Longitud del organismo

λ = longitud de onda. Para este trabajo fue establecida en 0.0075 m

DB= Decibeleles (unidad de reflectividad acústica).

En adelante, para simplificar los textos de las figuras referidas a abundancia de peces pelágicos se entenderá que fueron obtenidas en base a cuantificaciones de ecos cuyas fuerzas de blanco corresponden al intervalo de -38 a -42 dB.

En base a lo anterior se construyó la tabla 4, que muestra las relaciones fuerza de blanco-talla que relacionan las longitudes estimadas con las intensidades acústicas teóricas:

Tabla 4.- Relaciones talla-fuerza de blanco obtenidas mediante la ecuación de Love (1971).

Longitud (mm) (aproximada)	fuerza de blanco (dB)	grupo marino asociado
+300	>-34	pelágicos menores
290	-36	
230	-38	
180	-40	
150	-42	
111	-44	langostilla
87	-46	
68	-48	
54	-50	
42	-52	eufáusidos
33	-54	
26	-56	
20	-58	
16	-60	
12	-62	

Además de este grupo y dentro del espectro de fuerzas de blanco capaces de ser analizadas por el programa (-32 a -56 dB) se seleccionaron otros 2 grandes grupos de fuerzas de blanco que indican indirectamente la talla de los principales grupos de organismos de la región. El grupo intermedio abarca de los -50 a -52 dB e indica la presencia de organismos constituyentes del micronecton, de los que el más conspicuo es la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) especie que se encuentra con gran abundancia en la región (Dominguez, 1997). El intervalo siguiente de -54 a -56 dB se identifica con el zooplancton, particularmente eufáusidos y organismos cuya talla supere los siete milímetros, los que constituyen un componente típico de la capa de dispersión (González, 1996).

El análisis acústico nos permite obtener datos de fuerzas de blanco, densidad (individuos/hectárea), porcentaje de agrupación y descripción de los patrones de migración en base al ciclo nictemeral, con referencia a la hora de Mazatlán (hora del buque). Para el día el período

comprendió de las 6:00 a las 18:59 horas y para la noche de las 19:00 a las 6:59 horas. Para el análisis de fuerzas de blanco se utilizó la opción del programa HADAS "Size distribution" observándose su distribución en el ecograma. Para estimar la densidad se aplicó la opción "Fish distribution" dentro del mismo programa que nos indica la densidad de peces por hectárea (Figs.11 y 12). El grado de agrupación fue calculado con la siguiente relación:

$$100-PSF \text{ (Percent of Single Fish)}$$

donde PSF es un valor proporcionado en el programa que indica el número de peces agrupados detectados en un mismo "paquete" sónico, o ping, y lo transforma a un porcentaje. Este a su vez es restado del 100 por ciento, que significa el máximo de agrupación de organismos, cuyo equivalente numérico es un valor que puede variar y para este estudio fue establecido en 40 individuos ecodetectados dentro del haz. A partir de este total el porcentaje de agrupación varió en orden descendente según aumentara el número de valores de PSF, o peces considerados "no agrupados" por el programa.

Una vez detectado el cardumen, se determinó la profundidad en la que se ecodetectan los peces y se efectuaron arrastres con una red de media agua modelo Isaacs-Kid a la profundidad señalada por la ecosonda. La red tiene un abertura de boca de 2.50m, con una longitud de 7.00m y fue arrastrada a una velocidad de 5.0 nudos cuya duración se estandarizó a treinta minutos, realizándose principalmente en los crepúsculos y la noche. Las muestras obtenidas, principalmente langostilla, material gelatinoso y zooplankton fueron guardados en frascos con formol al 10%, etiquetado con los siguientes datos: zona y transecto de muestreo, hora, fecha, profundidad, número de arrastre, número de frascos, especie(s) y fueron traídas para su almacenamiento y estudio en el laboratorio.

4.5) Procesamiento de información (Fig 13).

4.5.1 Selección de ecogramas

Los datos de densidad obtenidos de los ecogramas fueron sometidos a dos criterios de selección para su análisis:

1).- Primeramente se determinó el número mínimo de ecos de todo el espectro de fuerzas de blanco contenidos en cada ecograma. Si el ecograma analizado reporta 100 o más ecos implica que poseen suficiente confiabilidad para estimar densidades, a estos ecogramas se les denomina ecogramas *positivos*. Este último tipo de ecogramas fue sometido a las siguientes fases de procesamiento. Por contraste, si el total de estos es de menos de cien ecos entonces se denominan ecogramas *negativos* y son descartados.

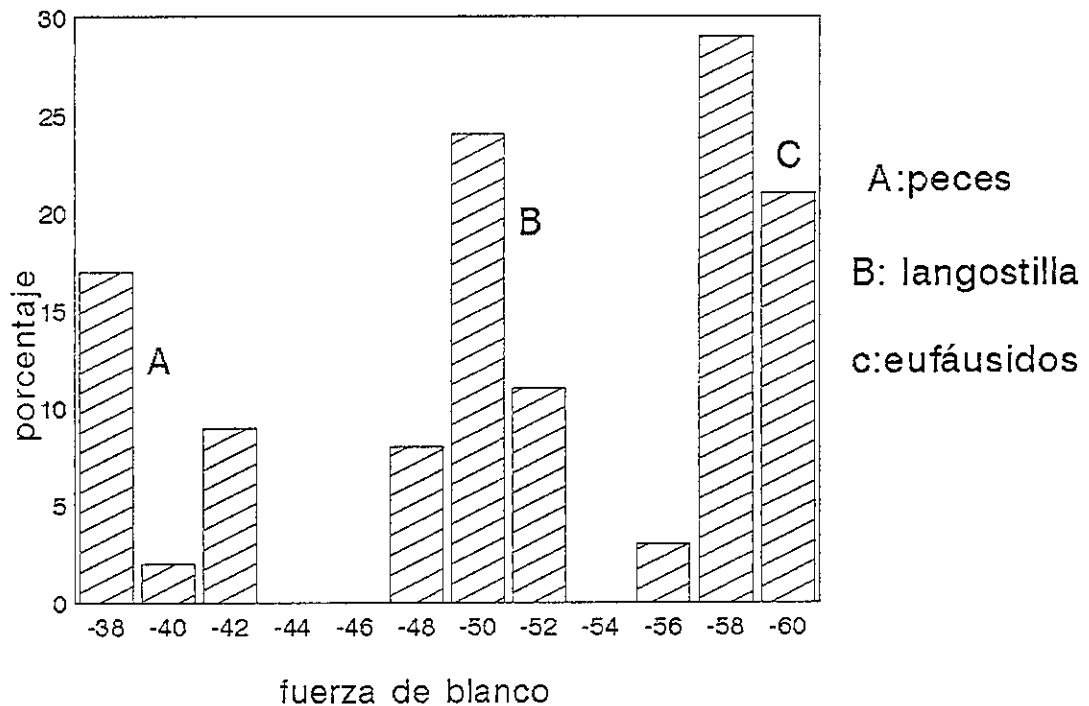


Fig.11.- Ejemplo de la distribución de la densidad (ind/ha) expresada en porcentaje de composición de fuerzas de blanco obtenidas por HADAS. Opción "size distribution"

TS(dB)	numero de ecos	densidad peces/1000m ³	densidad/area peces/ha
-38	25	0.586	59
-40	0	0	0
-42	0	0	0
-44	0	0	0
-46	0	0	0
-48	0	0	0
-50	0	0	0
-52	248	5.244	525
-54	1665	33.436	3344
-56	1	0.072	19

Fig.12.-Ejemplo de abundancia y densidad de ecos obtenidos por HADAS para un intervalo de profundidad determinada. Opción "fish density"

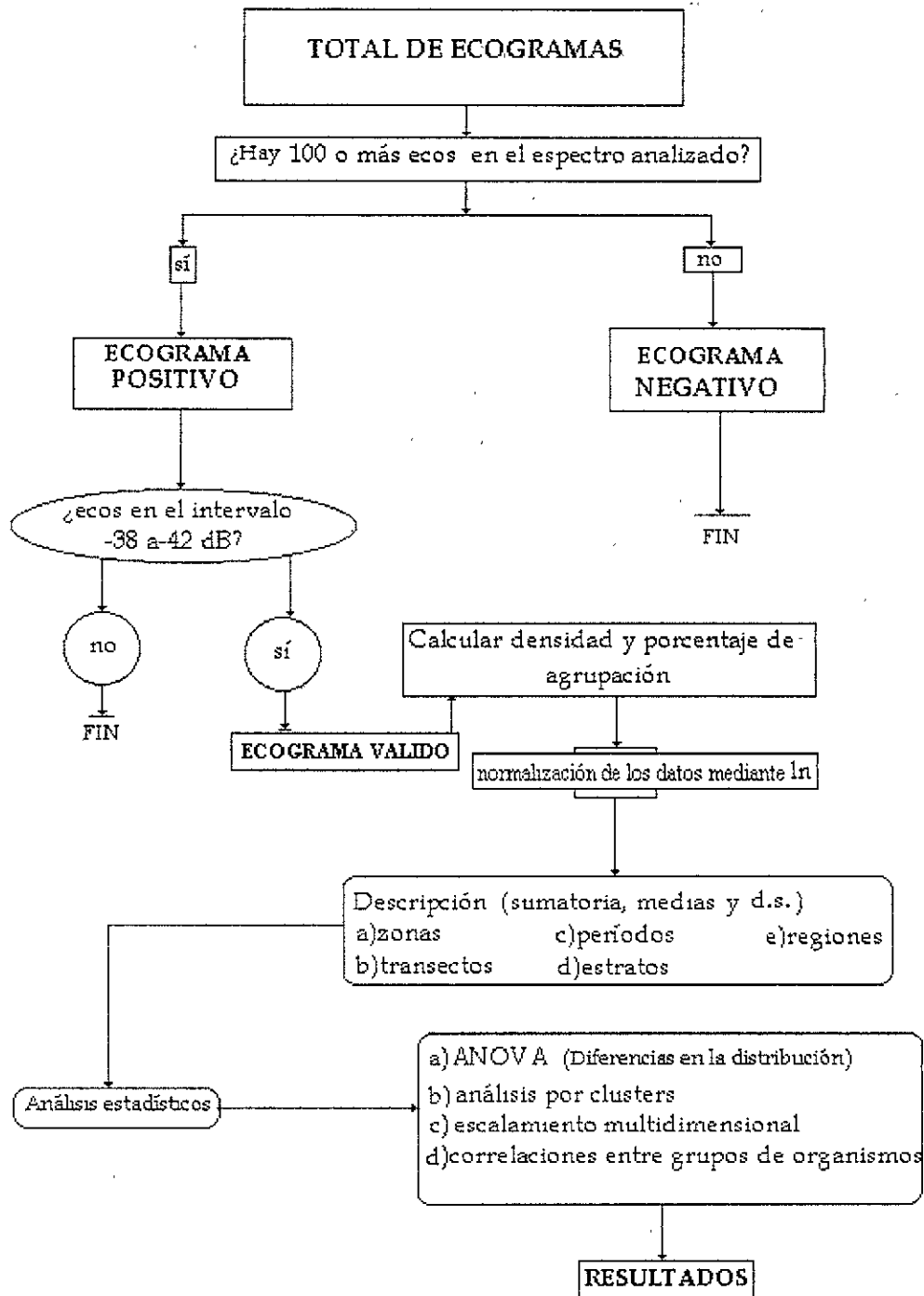


Fig.13.- Flujo de información y análisis en los ecogramas obtenidos

2).- Una vez seleccionados los ecogramas positivos se calculó la densidad media de los organismos y se describió la migración observada durante el ciclo de muestreo. Para este fin se aplicó el logaritmo natural a los datos de densidad, a excepción de los que reporten cero. A los ecogramas utilizados para estimar la densidad mayores a cero se les denominó *ecogramas válidos*, y a los que reportan densidad cero ecogramas *no válidos*. A diferencia de los ecogramas positivos y negativos, en esta categoría sólo se considera el intervalo de fuerzas de blanco de -38 a -42 dB.

4.5.2 Parámetros ambientales

La obtención se realizó de dos formas:

Durante los transectos fueron obtenidos los perfiles de salinidad y temperatura horizontales durante el día y la noche con un termosalinómetro instalado en el barco aproximadamente a cuatro metros bajo la superficie. En las estaciones fueron obtenidos datos de temperatura y salinidad a lo largo de la columna de agua mediante lances con un sensor CTD (Conductivity, Temperature and Depth) modelo General Oceanics a una profundidad que varió de 0 a 200m en función de la región de muestreo. Con los datos obtenidos del CTD se realizaron perfiles de temperatura y salinidad verticales por cada una de las regiones del ecograma para identificar y cuantificar las termo y haloclinas, y con los del termosalinómetro perfiles horizontales del comportamiento de los mismos parámetros por transecto (Fig. 14).

Todas las operaciones (CTD en estaciones, termosalinómetro en transectos, y ecogramas en ambos) fueron realizadas durante un ciclo de 24 horas contadas a partir de la hora de llegada del barco a cada área de trabajo.

4.5.3 Interpretación de los datos:

Descriptiva

Se describió comparativamente la densidad media del grupo de pelágicos menores identificados acústicamente por zonas, transectos, estratos regiones y períodos representándose mediante histogramas. Asimismo fue caracterizada la dinámica de migración a partir de los ecogramas y descrito el comportamiento de las variables ambientales estudiadas, a nivel superficial y en la columna de agua.



Fig 14.- Sensor de temperatura, salinidad y profundidad (CTD)

4.5.4 Análisis estadísticos

La técnica de muestreo se considera de tipo no aleatorio y los datos obtenidos son de tipo discreto (ecoconteo) transformados a variables continuas (valores estandarizados de densidad a ind/ha). Dado que la distribución original de los datos de densidad no cumplió la condición de normalidad se convirtieron a logaritmo natural para normalizarlos, se utilizaron elementos de estadística paramétrica para evaluar las diferencias en la distribución. Para el primer objetivo se obtuvieron los parámetros representativos (medias muestral y poblacional, varianza, desviación standard y coeficiente de variación), sobre los datos reportados por ecograma dentro del intervalo de fuerzas de blanco de -38 a -42 dB. En esta fase se utilizaron análisis de varianza de una vía (ANOVA) con un intervalo de confianza de 95 por ciento para encontrar diferencias significativas en la densidad media de las poblaciones de pelágicos menores por zonas, transectos, períodos, estratos y regiones. Las hipótesis estadísticas planteadas se observan en la tabla 5. Para encontrar niveles de agrupamiento de las densidades encontradas en los transectos en función del período y el estrato se realizó un análisis de clusters por el método de enlace promedio (weighed pair-group average) utilizando la distancia euclidiana para medir la semejanza entre transectos, la validación estadística de los grupos estructurados en el cluster se realizó mediante una prueba de escalamiento dimensional (Hair *et al.* , 1995) La comparación de temperatura y salinidad superficiales entre transectos límite se efectuó mediante una prueba de contraste de medias (Spiegel, 1970) también para un intervalo de confianza del 95 por ciento.

Para desarrollar el segundo objetivo y hallar el nivel de asociación entre la densidad de pelágicos menores con los parámetros ambientales estudiados y el zooplancton se aplicó una prueba de correlación lineal, tanto con los 9 transectos para obtener la tendencia general y posteriormente sobre la población de datos de aquellos transectos donde se encontraron las máximas y mínimas densidades con un intervalo de confianza de 95%. Las hipótesis correspondientes se encuentran en la tabla 6. La caracterización del desplazamiento de los cardúmenes ecodetectados se evaluó mediante el cálculo del porcentaje de agrupación durante el ciclo de muestreo para obtener histogramas de frecuencia de agrupación por zonas, transectos y períodos.

4.5.5 Programas de cómputo empleados

La elaboración de las gráficas de distribución de individuos y perfiles de temperatura y salinidad se realizó mediante el programa Harvard Graphics versión 3.0. Los análisis estadísticos, las correlaciones y las figuras de parámetros vs. peces y grupos de organismos se efectuaron mediante

los paquetes STATISTICA, versión para Windows '95 y MINITAB. Los mapas y figuras se editaron con el programa PaintBrush, versión Windows '95.

Tabla 5.- Hipótesis estadísticas planteadas.

Categoría	Hipótesis nula (H ₀)	Hipótesis alternativa (H _a)
Diferencias entre zonas	No hay diferencias significativas entre la densidad media de las poblaciones en las zonas de muestreo. (H ₀ : $\mu_n = \mu_c = \mu_s$)	Sí hay diferencias significativas entre la densidad media de las poblaciones en las zonas de muestreo (H _a : $\mu_n \neq \mu_c \neq \mu_s$)
Diferencias entre transectos	No hay diferencias significativas entre la densidad media de los transectos de muestreo conjuntando ambos períodos (H ₀ : $\mu_{n1} = \mu_{n2} = \mu_{n3} = \dots \mu_{s2}$)	Sí hay diferencias significativas entre la densidad media de los transectos de muestreo conjuntando ambos períodos (H _a : $\mu_{n1} \neq \mu_{n2} \neq \mu_{n3} \neq \dots \mu_{s2}$).
Diferencias entre períodos	No hay diferencias significativas entre la densidad media de las poblaciones durante los períodos diurno y nocturno en los transectos de muestreo (H ₀ : $\mu_{\text{dia}} = \mu_{\text{noche}}$).	Sí hay diferencias significativas entre la densidad media de las poblaciones durante los períodos diurno y nocturno en los transectos de muestreo (H _a : $\mu_{\text{dia}} \neq \mu_{\text{noche}}$).
Diferencias entre estratos	No existen diferencias significativas entre la densidad media de las poblaciones en función del estrato de muestreo (H ₀ : $\mu_{5-50m} = \mu_{50-100m}$).	Sí existen diferencias significativas entre la densidad media de las poblaciones en función del estrato de muestreo (H _a : $\mu_{5-50m} \neq \mu_{50-100m}$).
Diferencias entre regiones	No existen diferencias significativas en la densidad media de las poblaciones en las regiones que componen los transectos de muestreo (H ₀ : $\mu_{\text{neritica}} = \mu_{\text{talud}} = \mu_{\text{oceánica}}$).	Sí existen diferencias significativas en la densidad media de las poblaciones en las regiones que componen los transectos de muestreo (H _a : $\mu_{\text{neritica}} \neq \mu_{\text{talud}} \neq \mu_{\text{oceánica}}$).

Tabla 6.- Hipótesis de correlaciones planteadas

Categoría	Hipótesis nula (H ₀)	Hipótesis alternativa (H _a)
Relación pelágicos menores vs temperatura superficial.	No hay correlación entre la densidad de pelágicos menores y la temperatura superficial de la columna de agua. (p > 0.05)	Sí hay correlación entre la densidad de pelágicos menores y la temperatura superficial de la columna de agua (p < 0.05)
Relación pelágicos menores vs salinidad superficial	No hay correlación entre la densidad de pelágicos menores y la salinidad superficial de la columna de agua. (p > 0.05)	No hay correlación entre la densidad de pelágicos menores y la salinidad superficial de la columna de agua. (p > 0.05)
Relación pelágicos menores vs langostillas	No hay correlación entre las poblaciones de pelágicos menores y las poblaciones de con las de langostillas (p > 0.05)	Sí hay correlación entre las poblaciones de pelágicos menores con las de langostillas (p < 0.05)
Relación pelágicos menores vs zooplancton,	No hay correlación entre las poblaciones de pelágicos menores y las poblaciones de zooplancton (p > 0.05)	Sí hay correlación entre las poblaciones de pelágicos menores con las de zooplancton (p < 0.05)
Contraste de medias de temperatura	No hay diferencias significativas entre la temperatura media de los transectos de muestreo (p > 0.05)	Sí hay diferencias significativas entre la temperatura media de los transectos de muestreo (p < 0.05)
Contraste de medias de salinidad	No hay diferencias significativas entre la salinidad media de los transectos de muestreo (p > 0.05)	Sí hay diferencias significativas entre la salinidad media de los transectos de muestreo (p < 0.05)

Categoría	Hipótesis nula (H ₀)	Hipótesis alternativa (H _a)
Escalamiento multidimensional	No hay asociación grupal entre las localidades de muestreo en función de su densidad	Sí hay asociación grupal entre las localidades de muestreo en función de su densidad.

Finalmente, para agilizar la lectura de este trabajo, durante su desarrollo se utilizó la simbología presentada en la tabla 6 :

Tabla 6.- simbología utilizada.

SIMBOLO	SIGNIFICADO
n	norte
c	centro
s	sur
mn	millas náuticas
TS	Target Strength (siglas en inglés de fuerza de blanco o intensidad acústica).
m	metros
lat.	latitud
long.	longitud
h	horas
E	estación
PSF	Percent of Single Fish (siglas en inglés de Porcentaje de peces no agrupados)
tm	toneladas métricas

5.-RESULTADOS

Durante la campaña las condiciones climáticas prevalecientes fueron en general despejadas y se presentaron fases de cuarto menguante y luna llena, con 5 días de cuarto creciente, 8 días de luna llena y 3 días con cuarto menguante.

5.1 Descripción General

5.1.1 Relación ecogramas positivos-negativos

Durante la campaña se obtuvieron 560 ecogramas conjuntando las tres zonas de muestreo (Tabla 7). De esta cifra corresponden 383 a ecogramas positivos y 177 a ecogramas negativos, con porcentajes de 68.4% y 31.6% respectivamente. Por zonas, la zona centro presentó el mayor valor y, en menor escala la norte y la sur. La proporción aproximada entre estas dos categorías fue de 3:1. Los contrastes más evidentes ocurren en los transectos c1, c2 y s1 y los menores en el transecto c3, y habiendo obtenido en 7 de los 9 transectos una mayor proporción de ecogramas positivos (a excepción de los transectos norte 1 y centro 3) sugiere que la abundancia promedio de organismos ecodetectados en todo el espectro fue alta en todos los transectos.

La observación de estos porcentajes revela que en 7 de los 9 transectos de muestreo (aproximadamente el 78%) el porcentaje de transectos positivos rebasaba el 70 por ciento del total. La condición de que más de la mitad de estos se consideraran válidos para su análisis es un indicador de la confiabilidad de la información obtenida. Es importante observar que los transectos donde se analizaron más ecogramas no implica necesariamente que hubiera más ecogramas positivos, ya que en los transectos de la zona sur, de donde fueron obtenidos comparativamente pocos ecogramas, la proporción de los positivos aumenta, siendo de hecho la más alta, mientras que en el transecto centro 3 (bahía San Cristóbal, B.C.S) con un total de 76 ecogramas sólo tuvo un 43 por ciento de ecogramas utilizados para estimaciones.

Tabla 7.- Ecogramas obtenidos en los transectos de muestreo.

Transecto	Total de ecogramas	Ecogramas positivos	Ecogramas negativos
norte 1	66	18	48
norte 2	103	80	23
norte 3	42	31	11
centro 1	70	60	10
centro 2	74	56	18
centro 3	76	36	40
centro 4	70	49	21
sur 1	35	32	3
sur 2	24	21	3

5.1.2 Relación entre ecogramas válidos y no válidos.

Dentro de la selección de ecogramas positivos se analizó un total de 284 ecogramas válidos, correspondiendo a 158 en el día y 126 en la noche (Tabla 8).

Tabla 8 .- Ecogramas válidos analizados por período y porcentaje en las zonas de muestreo.

ZONA	DIA	%	NOCHE	%	TOTAL
NORTE	46	64.788	25	35.211	71
CENTRO	85	47.500	79	52.500	164
SUR	27	46.15	22	53.85	49

La zona centro tuvo la mayor cantidad, seguidas de la norte y la sur, y consecuentemente con el mayor porcentaje del total. Por transectos, la norte 2 fue la que mayor número de ecogramas se utilizaron para las estimaciones (Tabla 9). La proporción de ecogramas positivos es mayor en 8 de los 9 transectos muestreados con una relación cercana de 3 a 1. Sólo se presentó un caso donde el número de estos era igual para ambas clases. Los transectos donde se obtuvieron más ecogramas válidos fueron norte 2, centro 1 y centro 4. La mayor diferencia fue obtenida en los transectos centro 1 y sur 1 con 42 y 26 ecogramas de diferencia y la menor se produjo en el transecto norte 3 con 4 ecogramas. Expresado en porcentajes la menor cantidad se obtuvo en el transecto n2. en los últimos cuatro transectos fue obtenido un porcentaje mayor al 80%.

Tabla 9.- Ecogramas válidos analizados por período en los transectos de muestreo.

TRANSECTO	DIA	NOCHE	TOTAL
N1	6	7	13
N2	33	7	40
N3	7	11	18
C1	26	25	51
C2	18	22	40
C3	13	16	29
C4	28	16	44
S1	17	12	29
S2	10	10	20

5.2 PATRONES DE DENSIDAD

A partir de la comparación de las densidades obtenidas se encontró lo siguiente:

5.2.1 Densidad por zonas

Un gran total de 49103 individuos/hectárea fue calculado a partir del análisis de los ecogramas positivos considerando el intervalo de fuerzas de blanco de -38 a-42 dB y conjuntando la sumatoria de individuos en las tres zonas. La zona norte presentó un total de 13434 individuos/ha correspondientes al 27.35% ,y una densidad media de 14.2 individuos/ha. La zona centro, con 35085 individuos/ha y el 71.45% del total y una densidad media de 16.4 individuos/ha y la zona sur, con 584 ecos, representando 0.84% del total y una media de 2.8 individuos/ha.

Comparaciones estadísticas:

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas entre la densidad media de las zonas norte y centro con respecto a la zona sur, lo que implica que las medias provienen de poblaciones diferentes y que tales diferencias no fueron causadas por el azar. (Tabla 11).

Tabla 11.- Resultados de la prueba ANOVA para comparar densidades entre las zonas de muestreo en ambos períodos y estratos (significatividad: $P < 0.05$).

zonas	F	P	decisión de Ho
norte y centro-sur	7.25	0.001	Rechazar
norte-centro	0.17	0.68	Aceptar
centro-sur	0.33	0.97	Aceptar

5.2.2 Densidad por transectos

La densidad total por transectos muestra que los transectos n3, c3 y c4 presentaron los mayores datos (fig. 15a). La densidad media por transectos en ambos períodos y estratos también reflejó la misma tendencia. Los mayores valores se obtuvieron en los transectos centro 4 con 66.0 individuos/ha, centro 3 con 35.0 individuos/ha, y norte 3 con 24.7 individuos/ha, y las menores fueron sur 1 con 3.3 individuos/ha y sur 2 con 3.7 individuos/ha (Fig. 15b). Los transectos de la zona sur presentan las menores densidades (3.3 y 3.7 individuos/ha respectivamente). El número de ecogramas analizados por transecto reveló que en la zona norte 2 se analizaron en mayor cantidad, y no obstante, hubo comparativamente una baja densidad. La máxima densidad encontrada en el transecto c4 fue estimada también en base a un alto número de ecogramas. La comparación del total de ecogramas muestra que hubo transectos donde no obstante haber analizado una cantidad de ecogramas alta no son obtenidos altos valores de densidad. Los coeficientes de variación obtenidos fueron comparativamente bajos exceptuando los transectos de la zona sur, con porcentajes mayores al 70%. La zona con menores valores de coeficiente fue la centro. ($C_{vmax}=27\%$, transecto c3). Se observa que mientras más ecogramas son analizados por transecto hay una menor variación de los límites de confianza de la media. Diferenciando entre períodos y estratos se encontró que existe una gran variación entre los datos y que la mayoría de los valores más altos se concentran en el estrato I, que abarca de 5 a 50m (Tabla 12).

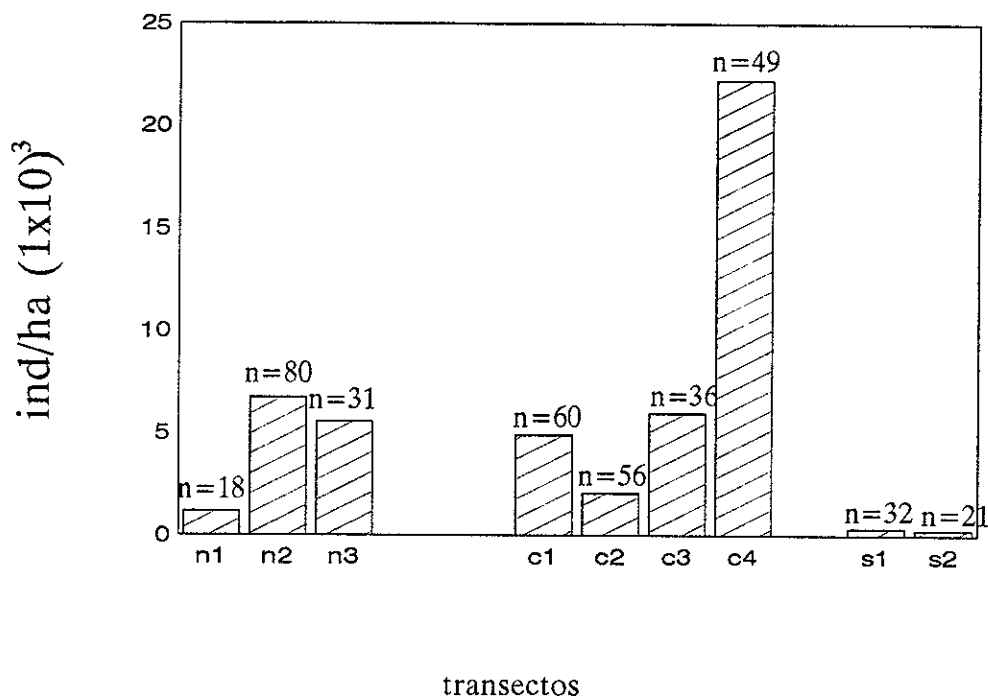


Fig.15a.- Densidad total de pelágicos menores en los transectos de muestreo. Ambos períodos y estratos.

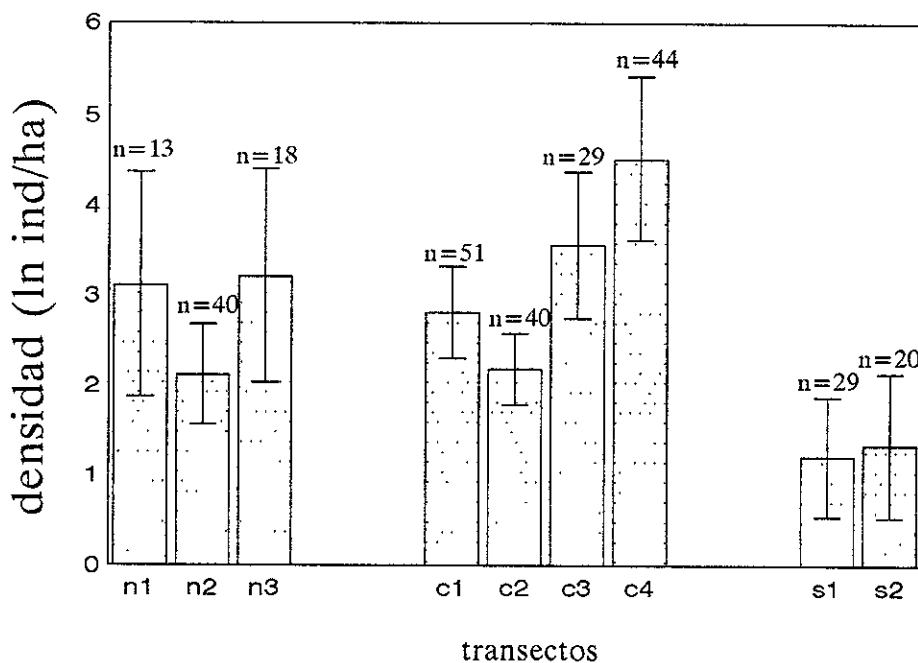


Fig.15b.- Densidad media de pelágicos menores en los transectos de muestreo. Ambos períodos y estratos. Las líneas transversales representan la desviación standard

Tabla 12.- Densidad media de ecos asociados a pelágicos menores (individuos/ha) en función del período, estrato y transecto estudiados. Los ecos corresponden a las fuerzas de blanco de -38 a -42 dB.

TRANSECTO	ESTRATO I		ESTRATO II	
	DIA (ind/ha)	NOCHE (ind/ha)	DIA (ind/ha)	NOCHE (ind/ha)
N1	102.514	28.050	2.117	50.957
N2	17.357	45.924	2.869	0.967
N3	13.990	73.995	4.720	15.680
C1	56.036	57.454	4.010	3.884
C2	22.443	31.280	5.697	2.054
C3	281.462	11.393	67.087	17.064
C4	147.820	53.037	89.568	66.753
S1	13.887	3.830	2.234	1.088
S2	5.995	16.428	1.462	0.581

Comparaciones estadísticas

El análisis estadístico permitió encontrar que la densidad media del transecto c4 difería significativamente en relación a los demás transectos en esta misma zona. Dado que el resultado excede a lo predicho en valores teóricos y excede a los límites de confianza se puede plantear la existencia de factores ajenos tanto del azar como de la variación interna de los datos que causan estas diferencias en la densidad.

5.2.3 Densidad por períodos

Se obtuvo la densidad de organismos por períodos día-noche en los transectos de muestreo dentro de las zonas. En la zona norte la proporción de individuos fue mayor en el día, en los transectos norte 2 y norte 3, donde se registraron densidades de 11.0 y 73.9 individuos/ha respectivamente. La mayor densidad fue de 64.19 individuos/ha. Los datos se obtuvieron de 6 ecogramas para el transecto n1, 33 para el transecto n2 y 7 ecogramas para el n3. El período nocturno tuvo mayor diferencia en el número de ecogramas, con 7 más para el transecto n1, 7 para n2 y 11 para n3. (Fig. 16a).

Para las tres zonas, los coeficientes de variación son mayores que en la densidad por transectos, aunque su comportamiento es similar, no obstante el encontrar el coeficiente más alto en el transecto norte 2/noche la zona sur sigue manteniendo las mayores dispersiones de la media y la centro las menores. En general, las

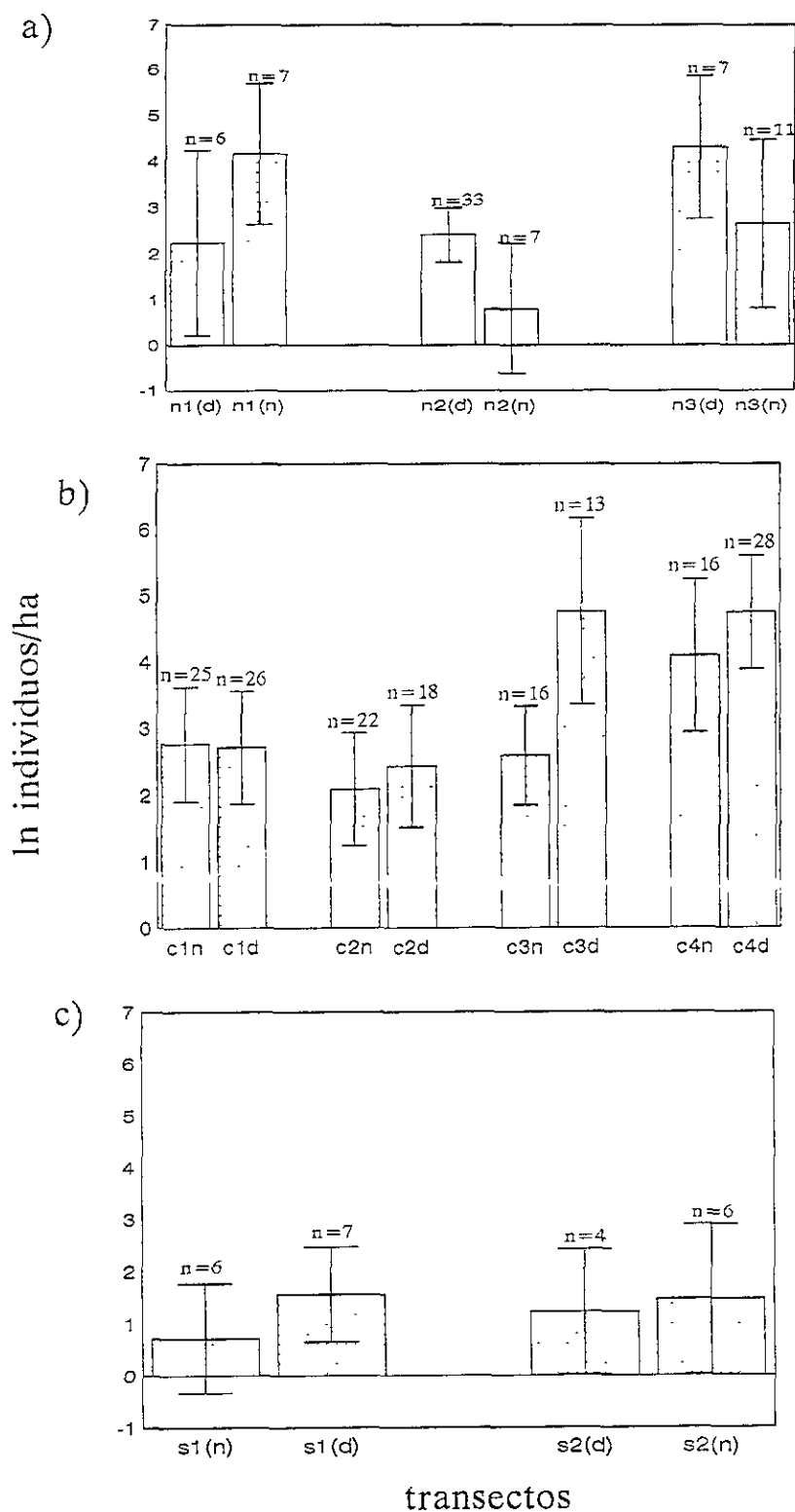


Fig.16.-Densidad de pelágicos menores por período en los transectos de muestreo. La línea transversal indica la desviación standard (n: noche, d:día, a:norte, b:centero, c:sur).

medias asociadas al período diurno tuvieron menor porcentaje de variación que las asociadas al período nocturno.

En la zona centro, a excepción del transecto c1, la densidad es mayor en el día en los restantes transectos, incrementándose esta diferencia en los transectos c3 y c4 donde se encuentran densidades de 116.2 individuos/ha y 115.0 individuos/ha en el día, y en la noche densidades de 13.2 y 59.5 individuos/ha en el transecto c4 (Fig. 16b). El mayor número de ecogramas analizados fue obtenido en este mismo transecto, con 28 y el menor en c3/día con n=13. El transecto c4 tuvo densidades más altas y las menores diferencias entre períodos.

La zona sur en ambos transectos tuvo densidades muy bajas y desviaciones muy altas, en el transecto sur hubo una mayor densidad en el día y en el correspondiente sur 2 hubo una densidad más alta en la noche. La variación de los datos es mucho mayor en la noche que en el día. El número de ecogramas analizados fue igualmente muy bajo (Fig. 16c).

Comparaciones estadísticas

Integrando los datos provenientes de ambos estratos se obtuvieron los siguientes resultados:

Se encontraron diferencias significativas al comparar la densidad media por período de los transectos norte 2 y centro 3. Para el transecto 2 de la zona norte la mayor densidad media se encuentra en la noche y en el transecto centro 3 el período diurno presenta los mayores valores de densidad, esto es, en estos transectos, el azar nuevamente puede ser descartado como la causa que produce las diferencias de densidad en función del período luz-oscuridad. En la zona sur el transecto 2 tuvo una densidad mayor en la noche que en el día aunque las pruebas estadísticas no mostraron diferencias significativas entre las medias de ambos períodos (Tabla 13).

Tabla 13.- Resultados de la prueba ANOVA para comparar diferencias en la densidad día-noche en función de los transectos de muestreo. Ambos estratos (significatividad: $P < 0.05$).

transecto	período con mayor densidad	valor	F	P	decisión de Ho
n1	día	64.199	3.41	0.92	Aceptar
n2	día	11.012	5.47	0.025	Rechazar
n3	día	73.995	2.09	0.168	Aceptar
c1	noche	15.768	0.01	0.93	Aceptar
c2	día	11.302	0.34	0.56	Aceptar
c3	día	116.279	9.71	0.004	Rechazar
c4	día	115.007	0.92	0.343	Aceptar
s1	noche	30.305	1.68	0.205	Aceptar
s2	noche	4.464	0.09	0.771	Aceptar

5.2.4 Densidad por regiones

Región nerítica

Existe una mayor densidad en esta región y decrece en dirección a mar abierto. En la zona norte, si bien la densidad registrada en el transecto 1/región nerítica es la mayor (309 individuos/ha) la variación de la media es muy alta como para representar suficiente confiabilidad. El transecto norte 2 tiene densidades muy bajas pero con menor variación de la media (Fig. 17a). En el transecto norte 3 la densidad es mayor en el talud que en las otras dos regiones más al igual que en norte 1 el valor de la desviación supera a la media, lo que reduce la confiabilidad de los datos.

Para la zona centro los transectos con mayor abundancia fueron c3 nerítico y c4 talud (64.26 y 141.45 ind/ha), en estos la diferencia con las otras regiones es discreta. En la región oceánica se encontraron las menores densidades (Fig. 17b). La zona sur presentó un patrón similar a la zona norte. En el transecto 2 de la zona sur la variación de los datos es comparativamente alta, la densidad en la región nerítica fue de 3.6 individuos/ha, en las otras dos regiones se encontraron densidades similares. El número de ecogramas analizados fue igualmente muy bajo (Fig.17c). En el transecto s1 la densidad disminuye en función de la región, la más alta se produce en la región nerítica, con 5.9 individuos/ha y la más baja en la región oceánica (1.9 individuos/ha) siendo la más baja de todas las zonas, siendo analizada una mayor cantidad de ecogramas que en el transecto sur 2 (Tabla 14).

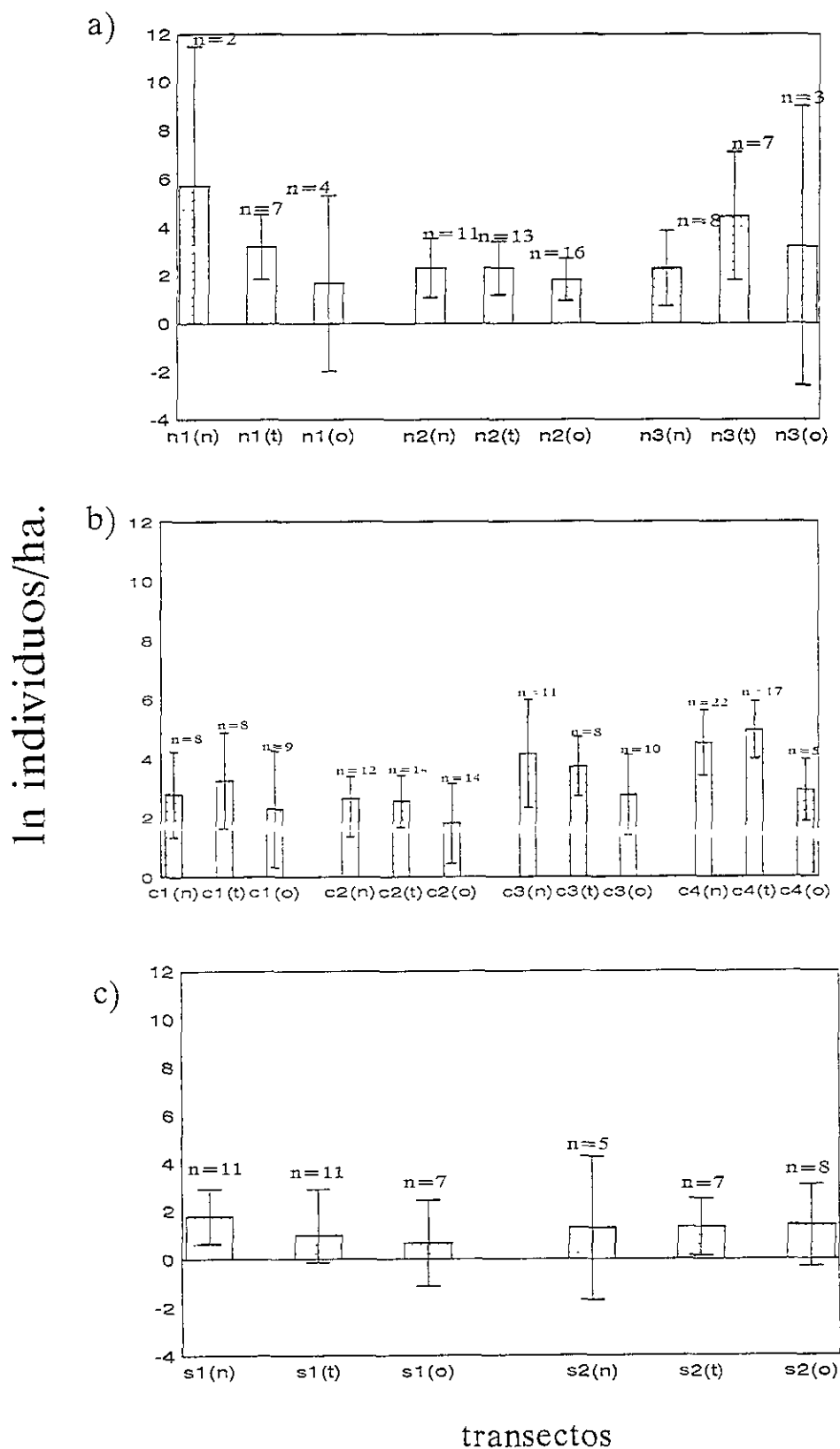


Fig. 17.-Densidad de pelágicos menores por región en los transectos de muestreo. La línea transversal indica la desviación standard (a:norte, b:centero, c:sur; n:nerfítico, t:talud, o:oceánico).

Comparaciones estadísticas

En los transectos norte 1 y norte 2 las mayores densidades se concentran en la región nerítica., en donde el transecto n1 tuvo valores situados en el límite de decisión, y se acepta la hipótesis nula para este caso. Estadísticamente no se encontraron diferencias entre las regiones de los transectos que componen las zonas centro y sur, por lo que nuevamente se acepta la hipótesis nula, siendo la densidad muy similar dentro de cada uno de los transectos (Tabla 14). La comparación de los coeficientes de variación muestra que en la mayoría de los transectos (con excepción de los transectos c2, c3 y c4) se registran porcentajes altos (> 50%) particularmente en n1 y s2.

Región del talud

Realizando el mismo procedimiento no se encontraron diferencias significativas entre la densidad de pelágicos detectados en esta región para los nueve transectos. En la zona centro la densidad se concentró en la región del talud aunque la diferencia no fue significativa. Los coeficientes de variación son menores que los obtenidos en la región nerítica, aunque los transectos s1 y s2 se mantienen como los más altos.

Región oceánica

Los valores obtenidos no tienen diferencias significativas entre sí, no obstante ser los menores en los nueve transectos. Se repite la misma tendencia para los porcentajes de variación.

Tabla 14.- Resultados de la prueba ANOVA para comparar diferencias en la densidad por regiones (nerítico, talud y oceánico) en función de los transectos de muestreo. Ambos estratos (significatividad: $P < 0.05$).

transecto	región con mayor densidad	F	p	decisión de Ho
n1	nerítica	3.80	0.059	Rechazar
n2	nerítica	0.37	0.696	Aceptar
n3	talud	1.58	0.238	Aceptar
c1	talud	0.43	0.655	Aceptar
c2	talud	0.60	0.552	Aceptar
c3	nerítica	1.17	0.327	Aceptar
c4	talud	1.71	0.194	Aceptar
s1	nerítica	1.03	0.373	Aceptar
s2	oceánica	0.01	0.994	Aceptar

5.2.5 Densidad por estratos

Fue cuantificada la densidad media por estratos en el ciclo de muestreo para los nueve transectos. El estrato I (5-50m) obtuvo mayor densidad en 8 de los 9 transectos a excepción del transecto c3 en el que es discretamente mayor en el estrato II (50-100m). La densidad más alta se presentó en el transecto c4 con 101.7 individuos/ha para el estrato I y 80.4 individuos/ha para el estrato II y la menor en el transecto c2 con 26.9 individuos/ha para el estrato I y 3.2 individuos/ha para el estrato II. La mayor diferencia se registró en el transecto norte 3 con 67.3 individuos/ha en el estrato I y 4.2 individuos/ha en el estrato II. (Fig. 18a). Con una diferencia los valores de coeficiente de variación fueron menores al 50%. Comparativamente el mayor porcentaje fue del 78% (transecto n1).

Para el estrato II en la zona centro el número de ecogramas válidos varía de 14 (transecto c3 estrato II) a 26 (transecto c1 estrato II) y la cantidad de ecogramas analizados fue similar en los cuatro transectos (aproximadamente 20). En la zona sur la densidad fue muy baja (1.0 individuos/ha para el transecto sur 2, estrato II), con coeficientes muy altos. En el estrato sur I la máxima densidad fue de 7.6 individuos/ha (Figs. 18 b-c).

Comparaciones estadísticas

Los resultados mostraron que la densidad por estratos en los transectos n2, n3, c1, c2 y los transectos de la zona sur fue significativa, lo que descarta al azar como causa principal en la tendencia de los pelágicos menores a concentrarse en el estrato I (5-50m) y conlleva la influencia de algún agente causal, sea o no biológico (Tabla 15).

Tabla 15.- Resultados de la prueba ANOVA para comparar diferencias entre los estratos I(5-50) y II (50-100m) para los transectos de muestreo. Ambos períodos (significatividad: $P < 0.05$). * no obtenido

transecto	estrato con mayor densidad	F	p	decisión de Ho
n1	I	*	*	
n2	I	92.34	<0.001	rechazar
n3	I	6.81	0.019	rechazar
c1	I	36.09	<0.001	rechazar
c2	I	19.07	<0.001	rechazar
c3	II	0.02	0.884	aceptar
c4	I	0.12	0.726	aceptar
s1	I	6.35	0.018	rechazar
s2	I	6.81	0.019	rechazar

In individuos/ha

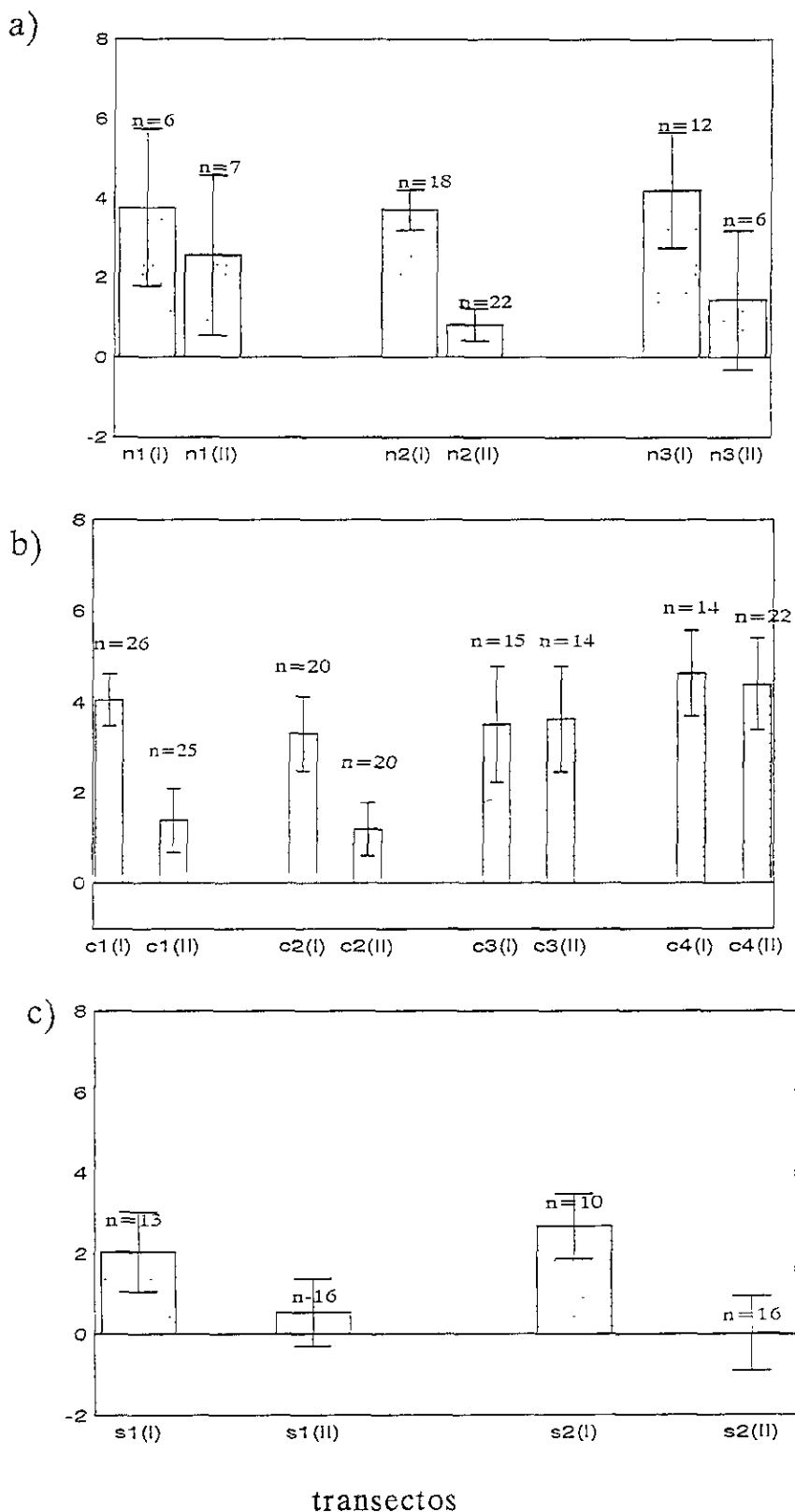


Fig. 18.- Densidad de pelágicos menores por estratos en los transectos de muestreo. Ambos períodos (a:norte, b:centero, c:sur; estrato I: 5-50m; estrato II 50-100m).

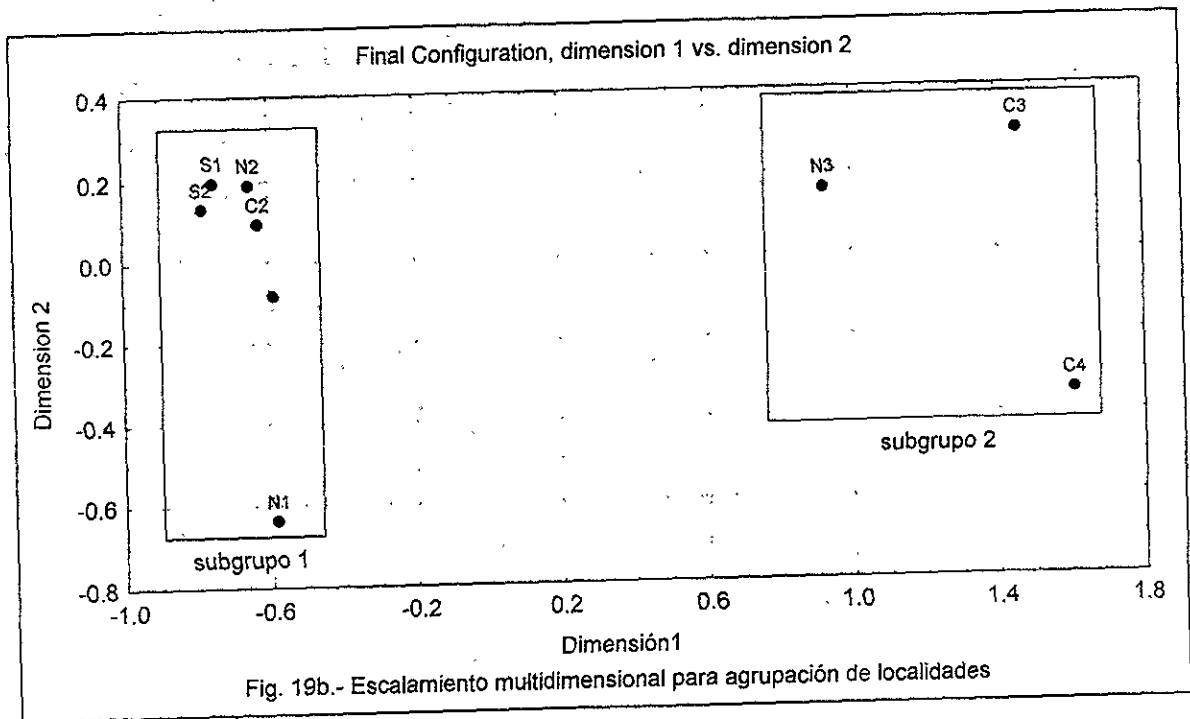
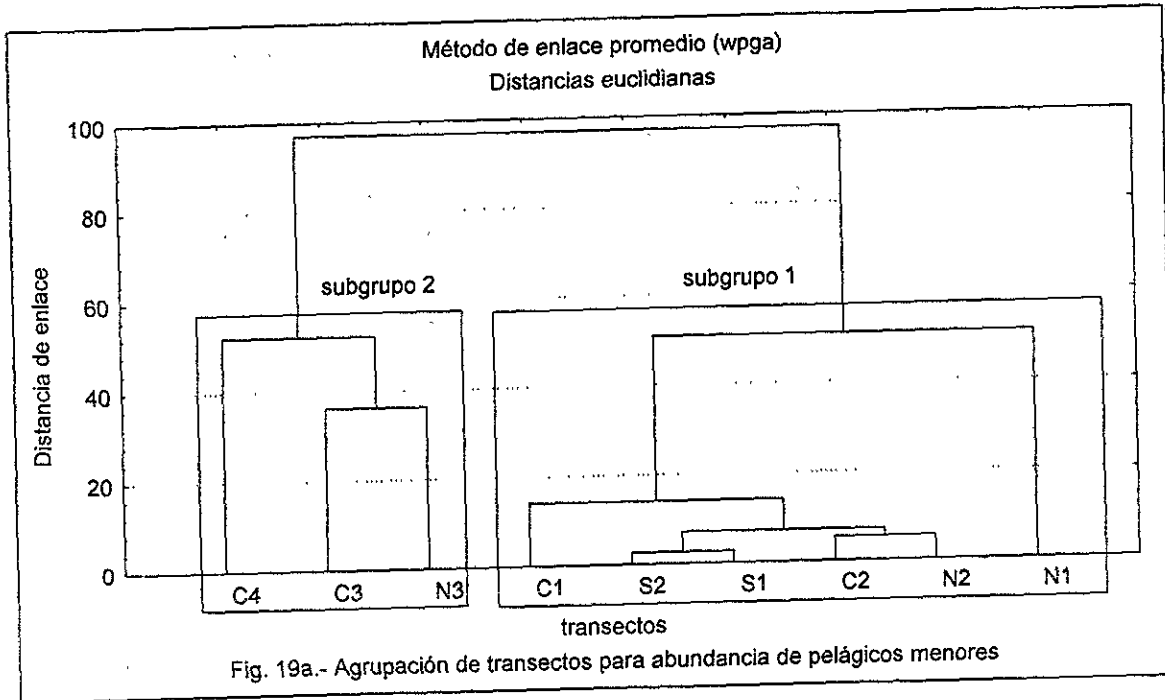
5.2.6 Integración por clusters

El análisis de clusters para la semejanza entre transectos mostró una ramificación de la que se derivan 2 grupos (fig. 19a). Los resultados del cluster permiten diferenciar dos subgrupos en función de la similitud de abundancias. En el subgrupo 1 queda comprendida la zona sur en su totalidad y los primeros dos transectos de las zonas norte y centro. Este subgrupo se caracteriza por agrupar regiones de baja abundancia. El subgrupo 2 engloba los transectos c4, n3 y c3. Las distancias de enlace más cercanas se encuentran en los transectos s1 y s2 y las más lejanas en los transectos c3, n3 y c4. La estructuración de estos subgrupos se validó estadísticamente con el escalamiento multidimensional en el cual se difieren claramente los dos grupos (fig. 19b), y confirma al subgrupo 2 como estadísticamente significativo, se acepta por lo tanto, la hipótesis nula, lo que implica que los transectos que componen este subgrupo poseen los atributos de los demás. De la misma forma, el grado de semejanza se ve reflejado con mayor énfasis en la distancia que hay entre el cúmulo de transectos s1,s2, n2, c2 y c1 englobados en el transecto n1. La zonación estimada a partir del cluster se puede observar más claramente en la figura 20. En esta se observan 3 grandes grupos de alta y baja abundancia. Los grupos de baja abundancia involucran a los transecto de la zona sur, la porción superficial de los transectos n1 y n2 y la porción profunda de n1, n2, n3, c1 y c2,. Por contraste, la región de alta abundancia agrupa a las porciones superficiales de los transectos n3, c1, c2, y los transectos c3 y c4 en ambos estratos. Esta gráfica nos permite confirmar a la zona centro, particularmente las localidades de Bahía San Cristóbal y Bahía San Hipólito, como las que regionalizan la máxima abundancia, a la inversa de la zona sur.

5.3 Variaciones en función del ciclo de muestreo.

Zona norte.

En general puede decirse que esta zona se caracterizó por presentar una frecuencia de registros baja. En el transecto n1 la mayor cantidad se registró a las 22.00h en la región del talud, con 45 individuos/ha y a las 3h con 39 individuos/ha. En la región nerítica, en cambio, se registraron 19 individuos/ha, mientras que en la oceánica solamente ocho. Respecto a la agrupación se puede observar que la capa de 5-50m la región donde se presentó el mayor porcentaje de agrupamiento fue el talud, con agrupaciones detectadas desde las 11.00h hasta las 7.00h del día siguiente. Los mayores porcentajes se registraron a las 3 de la mañana en el talud y la región oceánica con 65 y 80 por ciento. En la capa de 50-100m se registró un cardumen a las 11.00h, siendo el único detectado a lo largo del día y con un porcentaje de agrupación del 80% (Fig. 21). La zona norte, transecto n2 se caracterizó por presentar valores bajos en las tres regiones y en ambas capas, esto es, para el estrato I (5-50m) el máximo valor fue de 32 individuos/ha ocurrido a las 01.00h. En la región del talud también se detectó una agrupación compuesta por 50 individuos/ha, sin embargo estos no estaban agregados. En este transecto la



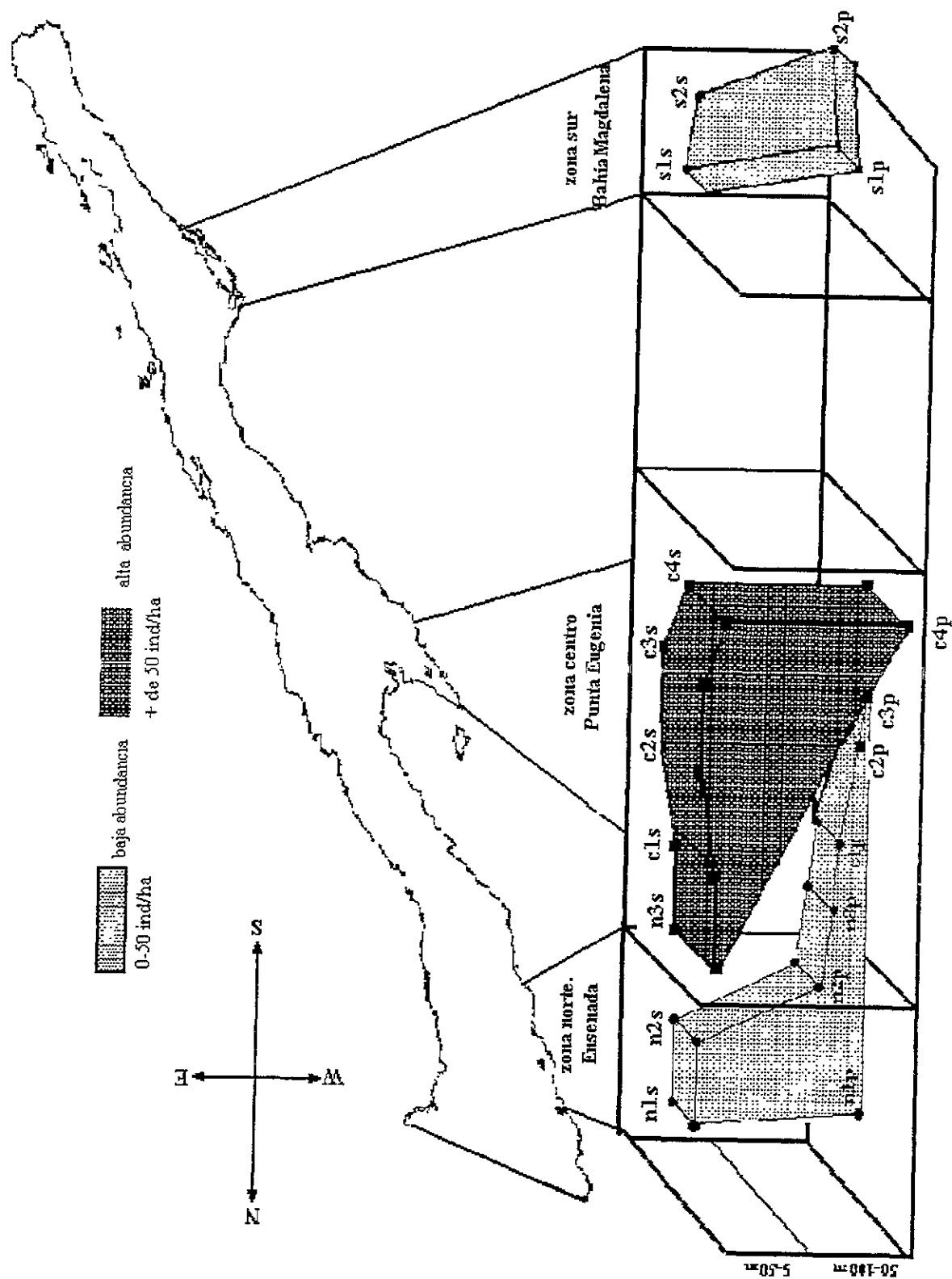


fig. 20.- Regionalización de los transectos en zonas de alta y baja abundancia integrando ambos estratos
s: superficial; p: profundo.

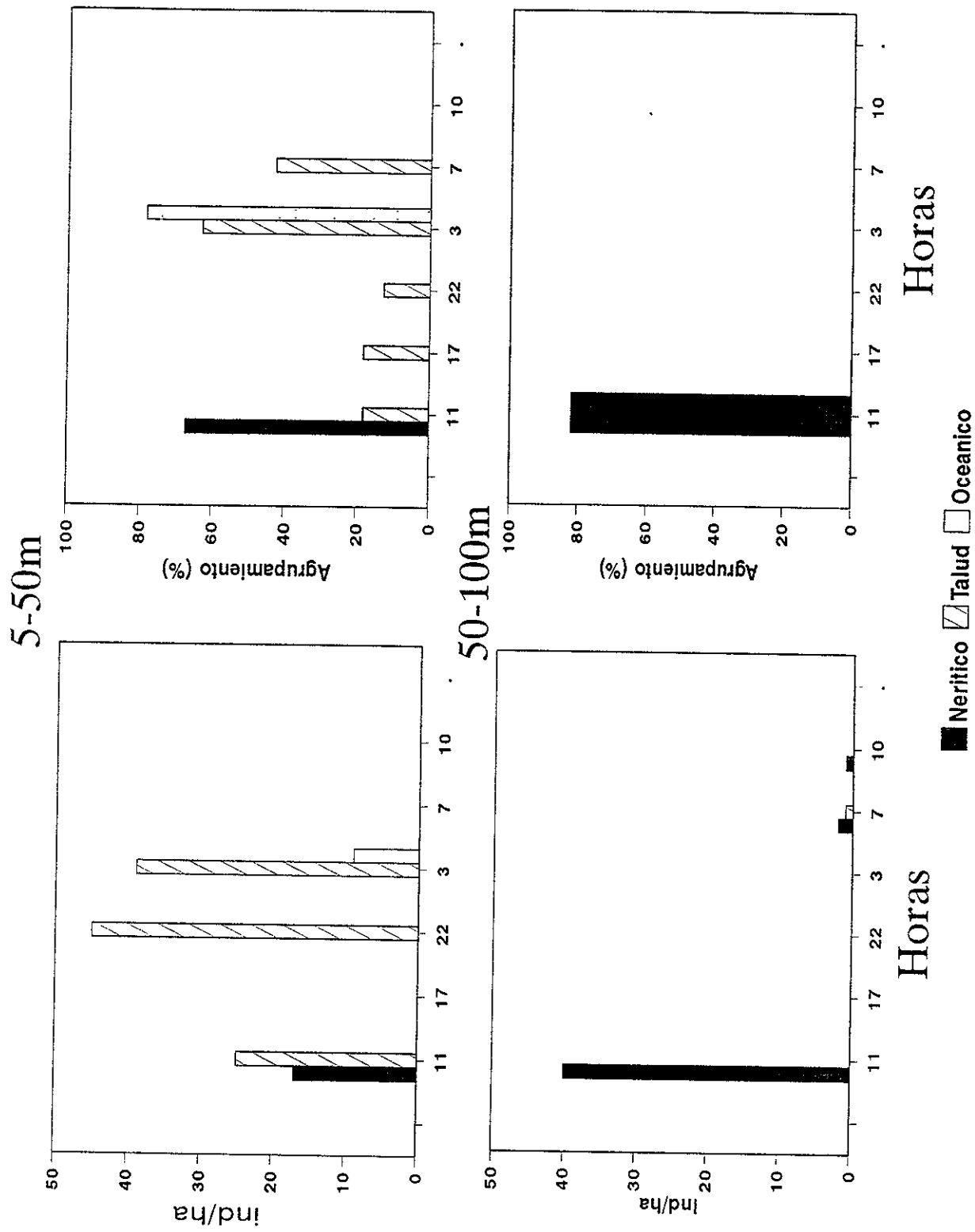


Fig.21.- Densidad y porcentaje de agrupamiento de pelágicos menores en la zona norte transecto 1 (área de Punta Santo Tomás, B.C.) en dos profundidades de muestreo en un ciclo de 24 horas.

región nerítica tuvo las mayores agrupaciones dentro del estrato II siendo las máximas obtenidas a las 22.00h y 3.00h con una intermedia a las 01.00h con un nivel muy bajo de agrupación. Respecto a la capa 50-100m se encontraron pocos peces con un máximo a la misma hora que en la capa superior en la zona nerítica presentando poca agrupación (Fig. 22). En contraste, en el transecto n3 se detectaron los mayores índices de ocurrencia de individuos en esta zona, de las tres regiones el talud presentó la mayor abundancia con un máximo de 1157 individuos/ha, registrada a las 23.00h, 422 individuos/ha a las 18.00h y 128 individuos/ha a las 5.00h en las regiones oceánica y nerítica. Concordando con lo anterior las agrupaciones fueron mayores en el talud, aunque el máximo porcentaje registrado fue de 46.1%, es decir, poco menos de la mitad de los peces se encontraba formando grupos, la mayor actividad se registró a las 23.00h, presentando en contraste muy poca cohesión en el grupo. Los cardúmenes de la región nerítica tuvieron agrupaciones de 4.7% a las 18.00h y los de la región oceánica de 12.4% a las 14.00h. En la capa de 50-100m hubo escasa representación, con 13 individuos/ha detectados a las 10.00h y 2 a las 23.00h (Fig. 23).

Zona centro

De las zonas estudiadas en esta campaña, fue en esta donde se presentaron más individuos, tanto del grupo estudiado como de otros, principalmente planctónicas, específicamente las transectos 3 y 4. En el transecto centro 1 se presentó el mismo comportamiento que el descrito para los transectos norte 1 y 2, con la mayor actividad a las 12.00h con 100 individuos en la región nerítica. En el talud la densidad encontrada fue de 61 individuos/ha, con un 41.8% de agrupación, siendo el más alto registrado. En general hubo cantidades bajas de organismos y sin detectar cohesión durante el transcurso del ciclo. En la capa de 50-100m se detectó solamente un organismo (Fig. 24). Respecto al transecto 2 la región oceánica tuvo una ligera dominancia en cuanto a la cantidad de ecos junto a las otras. De hecho a las 12h la densidad fue cardumen compuesto por 82 individuos/ha y con un alto índice de agrupación (91.8%). Se observó también que a las 23.00h y 3.00h no hubo actividad en el nerítico y el oceánico. A mayor profundidad (50-100m) no se detectó actividad (Fig. 25). Los transectos centro 3 y 4, presentaron tanto actividad en ambas capas como altos índices de agrupación. En el transecto centro 3, y para la capa de 5-50m fueron obtenidos a las 21.00 y 24.00h, los datos de densidad más altos se concentraron en la región nerítica, y sus valores de agrupación fueron consistentemente altos (60 y 80 por ciento). En el talud fue detectado un grupo a las 14.00h cuyo agrupamiento fue de 40 por ciento, esto es, con una densidad de 16 individuos/ha. No se detectaron individuos en la región oceánica (Fig. 26 a-b). Para la capa de 50-100m hubo altas densidades a las 14.00 y 17.00h, posteriormente los registros prácticamente desaparecieron durante el período nocturno en las tres regiones, volviéndose a tener estimaciones durante el día nuevamente en la región nerítica y el talud. El valor de los índices de agrupación permite inferir que se

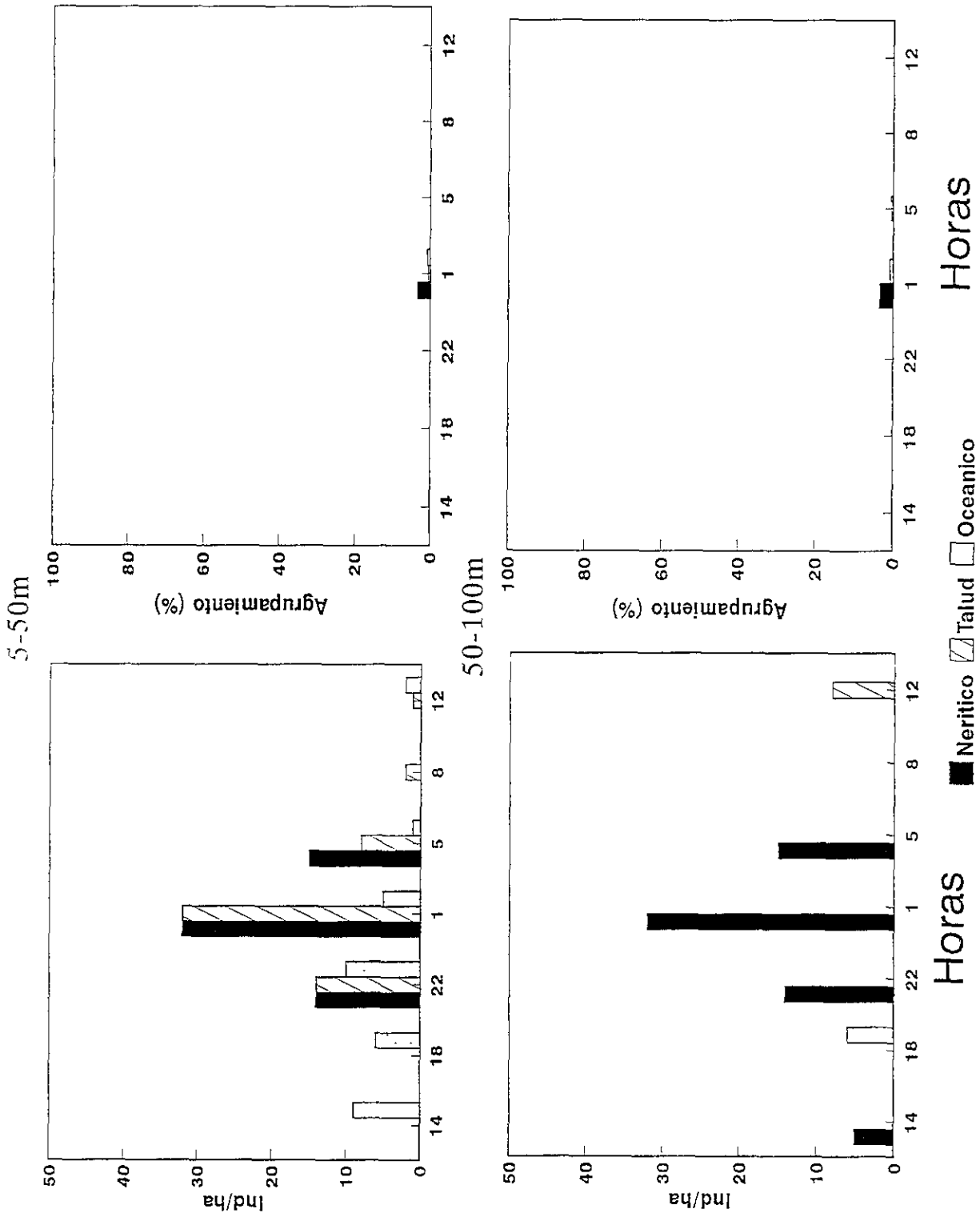


Fig.22.-Densidad y porcentaje de agrupamiento de pelágicos menores en la zona norte, transecto 2 (área de Punta Colnett, B.C.) en dos profundidades de muestreo en un ciclo de 24 horas.

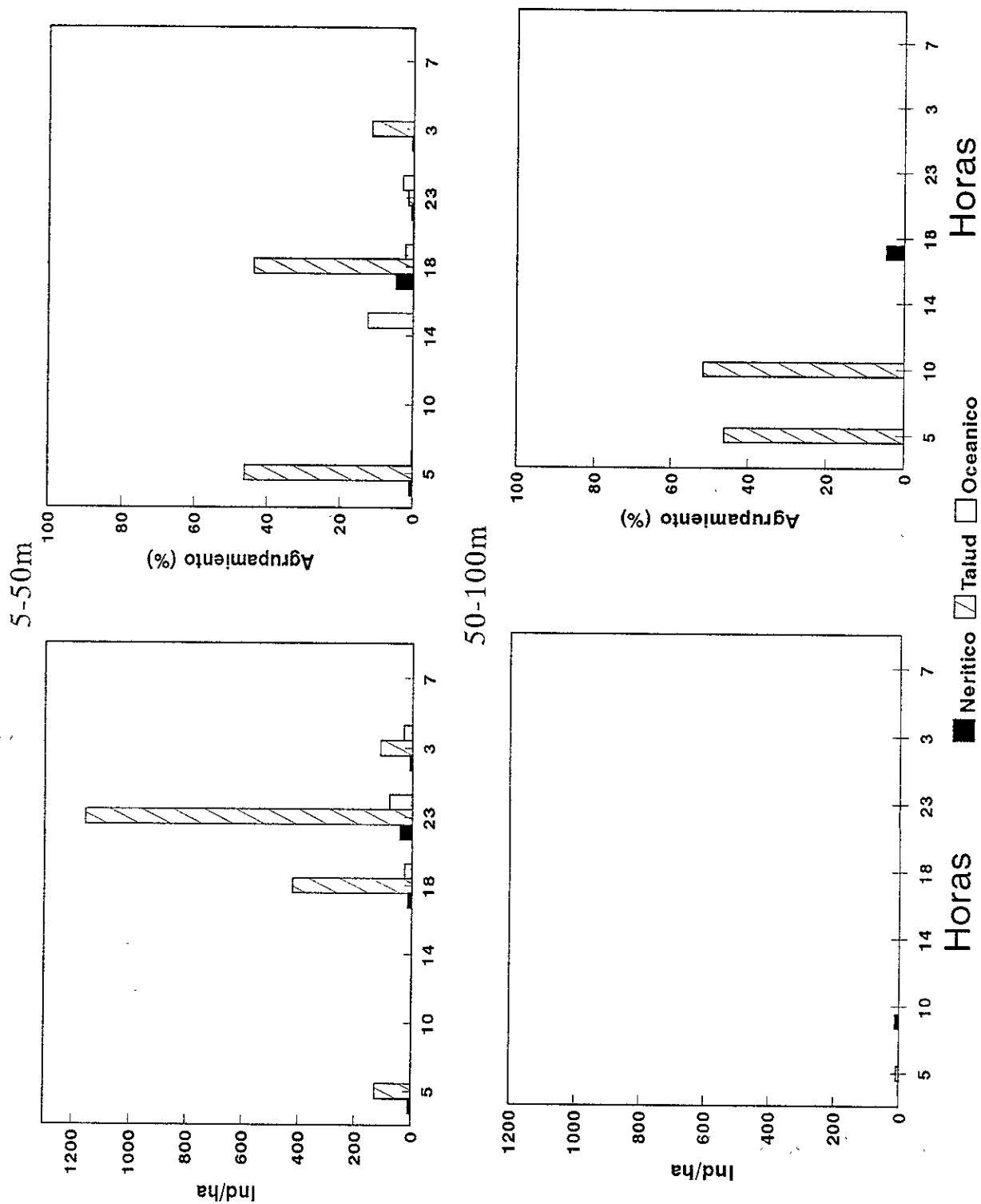


Fig.23.- Densidad y porcentaje de agrupamiento de pelágicos menores en la zona norte, transecto 3(área de Bahía San Ramón, B.C.)en dos profundidades de muestreo en un ciclo de 24 horas.

mantuvieron en grupos altamente compactos, siendo de igual manera la región nerítica en la que predominaron. Comportamiento similar tuvo el transecto centro 4, si bien la cantidad de individuos ecodetectados es la más alta si se presenta de manera continua, registrándose un pico de 254 organismos a las 16 h en la región nerítica, decreciendo su cantidad conforme avanzaba la noche, presentando un mínimo de 4 individuos/ha a las 4.00 h y reascendiendo hasta 100 individuos/ha a las 7.00h. En esta región la incidencia de organismos fue variable, comenzando a detectarse a las 21.00h. Por lo que toca al agrupamiento se detectaron cardúmenes en la región nerítica y el talud. En el estrato 5-50m fueron ecodetectados cardúmenes en el talud, uno con un porcentaje de agrupación de 46% y otro a las 4.00 h con un 25%. En el estrato II fue en el talud donde hubo más agrupaciones ocurriendo a las 14.00, 17.00, y 11.00 con porcentajes altos (64.9, 83.9 y 89.1 % respectivamente). En suma, la tendencia sugiere que los organismos ascienden a la superficie en grupos bien formados durante la noche, separándose al avanzar esta y volviéndose a reagrupar durante el día (Fig. 27 c-d). Las figuras 28 c-d nos indica la migración de los pelágicos menores en el estrato 5-50m. El máximo movimiento se desarrolló en el mismo intervalo de tiempo y en la misma región que en el transecto anterior, presentando sin embargo, mayor número de individuos (310 y 386 ind/ha respectivamente) también agrupados con porcentajes de 97.6 y 98% a las 7 h.

Zona sur

En ambos transectos se obtuvo una baja densidad de organismos por hectárea en ambas capas, manifestándose así a lo largo de las prospecciones. La tendencia general fue la de mantenerse en el talud en pequeños grupos con presencia en la zona nerítica, principalmente de noche. Los cardúmenes detectados a las 8.00h y 24.00 h en el talud, teniendo índices de agrupación de 68.9 y 39.7% permaneciendo más agrupados durante el día y dispersándose durante la noche. En la capa de 50-100m la actividad fue prácticamente nula, manifestándose algunos picos a las 24.00 h y 4.00h, con 3 individuos/ha en ambos. En el último transecto solamente se registraron ecos a las 16.00 h siendo el máximo a las 24.00 h, esto es, el desplazamiento de los cardúmenes se produjo durante la noche, permaneciendo principalmente en la región oceánica (Fig. 28).

Los desplazamientos de los cardúmenes se modificaron en el transecto 2, en la cual la actividad comenzó a producirse en el primer estrato alrededor de las 16.00h, limitado a la región oceánica e intensificándose a las 24.00 h, donde fueron detectados 26 individuos/ha y, como en transectos anteriores, no se detectó agrupamiento entre ellos. En el estrato 50-100m el desplazamiento fue similar, con la diferencia de que la máxima abundancia (19 individuos/ha) se dio en la región del talud con un 17 % de agrupación, pudiendo decirse que a lo largo del día hubo poco desplazamiento de los organismos aumentando este en la noche ocupando un mayor intervalo de profundidad, con pocas formaciones (Fig. 29).

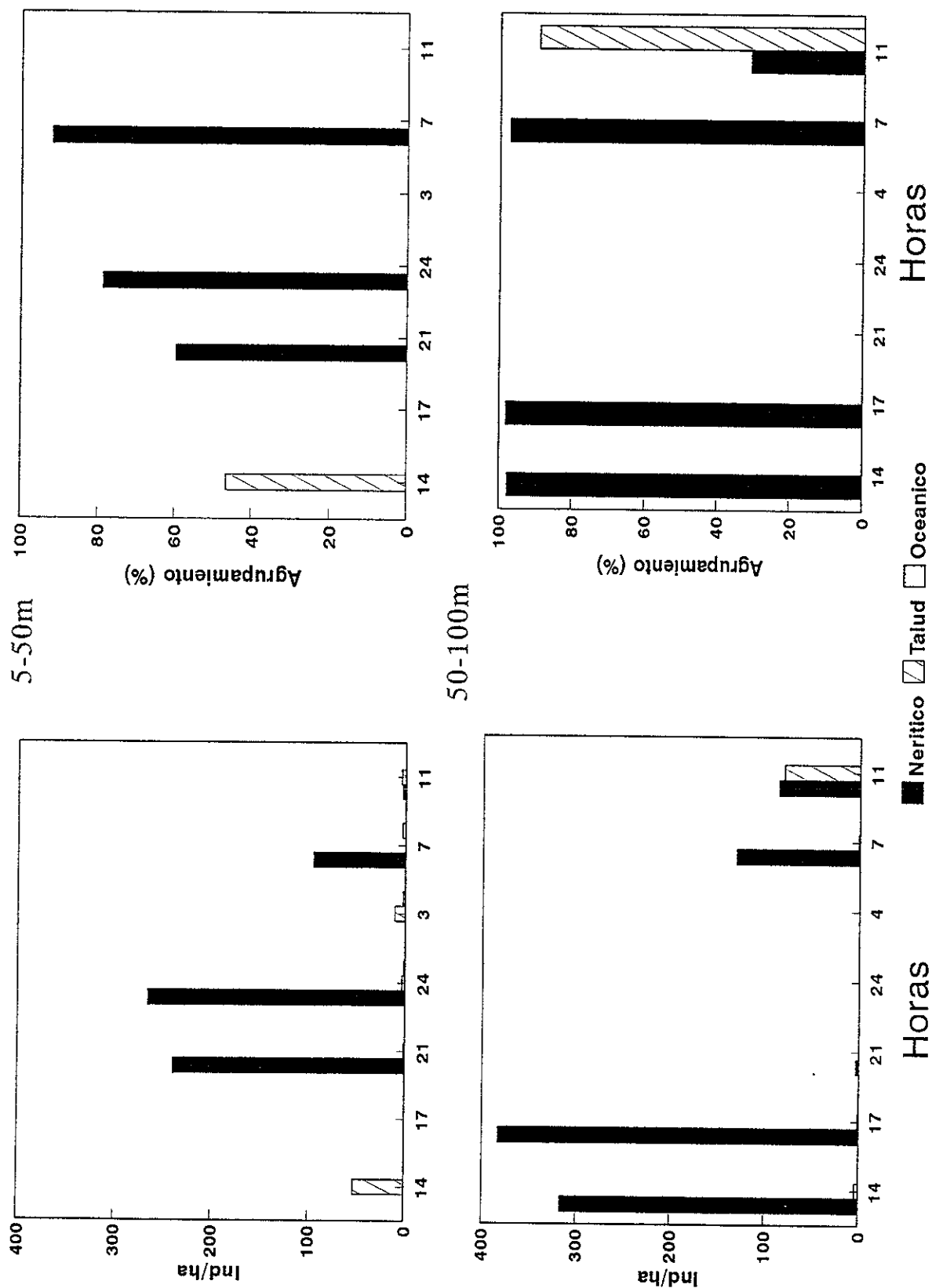


Fig.26.- Densidad y porcentaje de agrupamiento de pelágicos menores en la zona centro, transecto 3 (área de Bahía San Cristóbal, B.C.S.) en dos profundidades de muestreo en un ciclo de 24 horas.

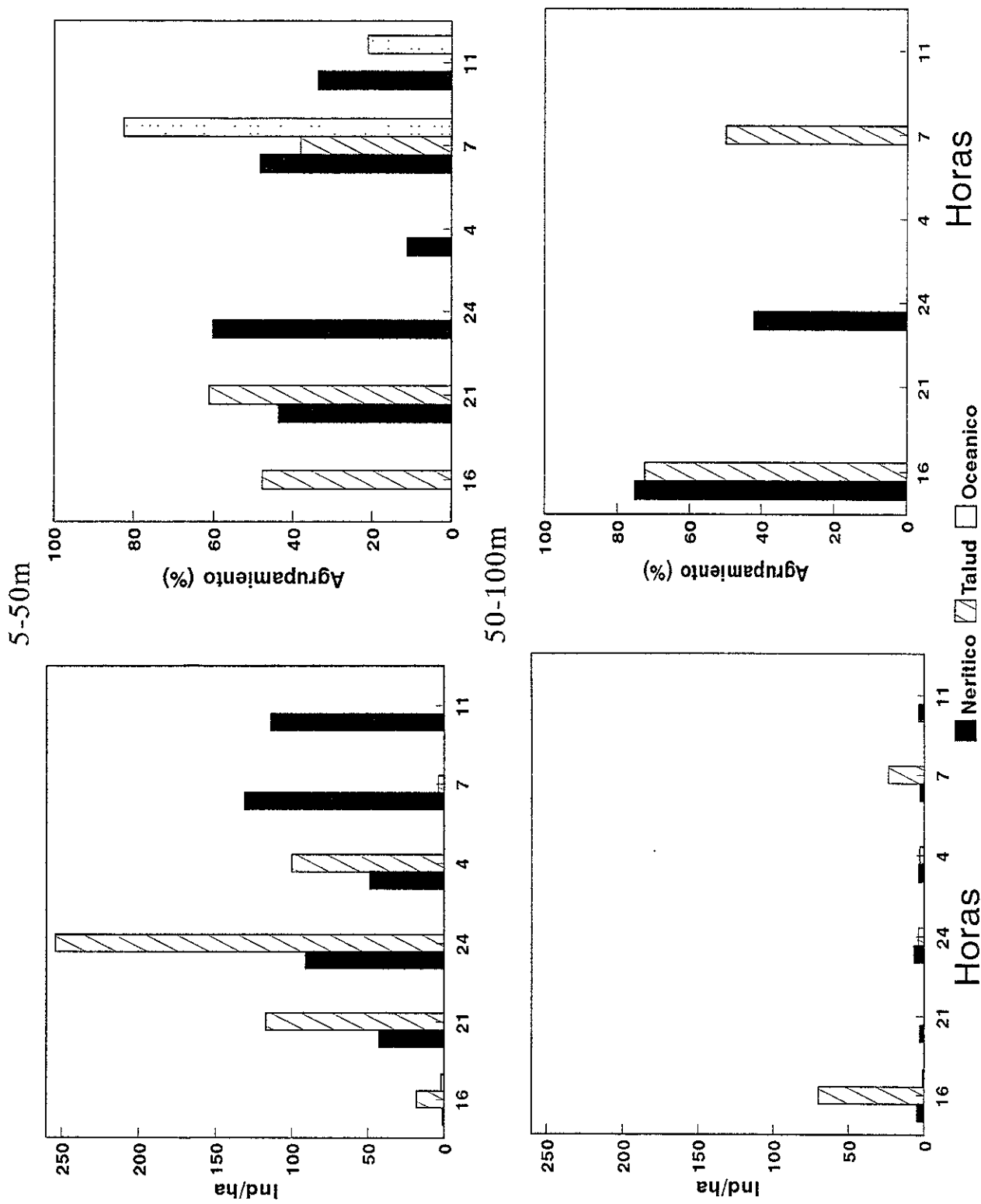


Fig.27.-Densidad y porcentaje de agrupamiento de pelágicos menores en la zona centro, transecto 4 (área de Bahía San Hipólito, B.C.S.) en dos profundidades de muestreo en un ciclo de 24 horas.

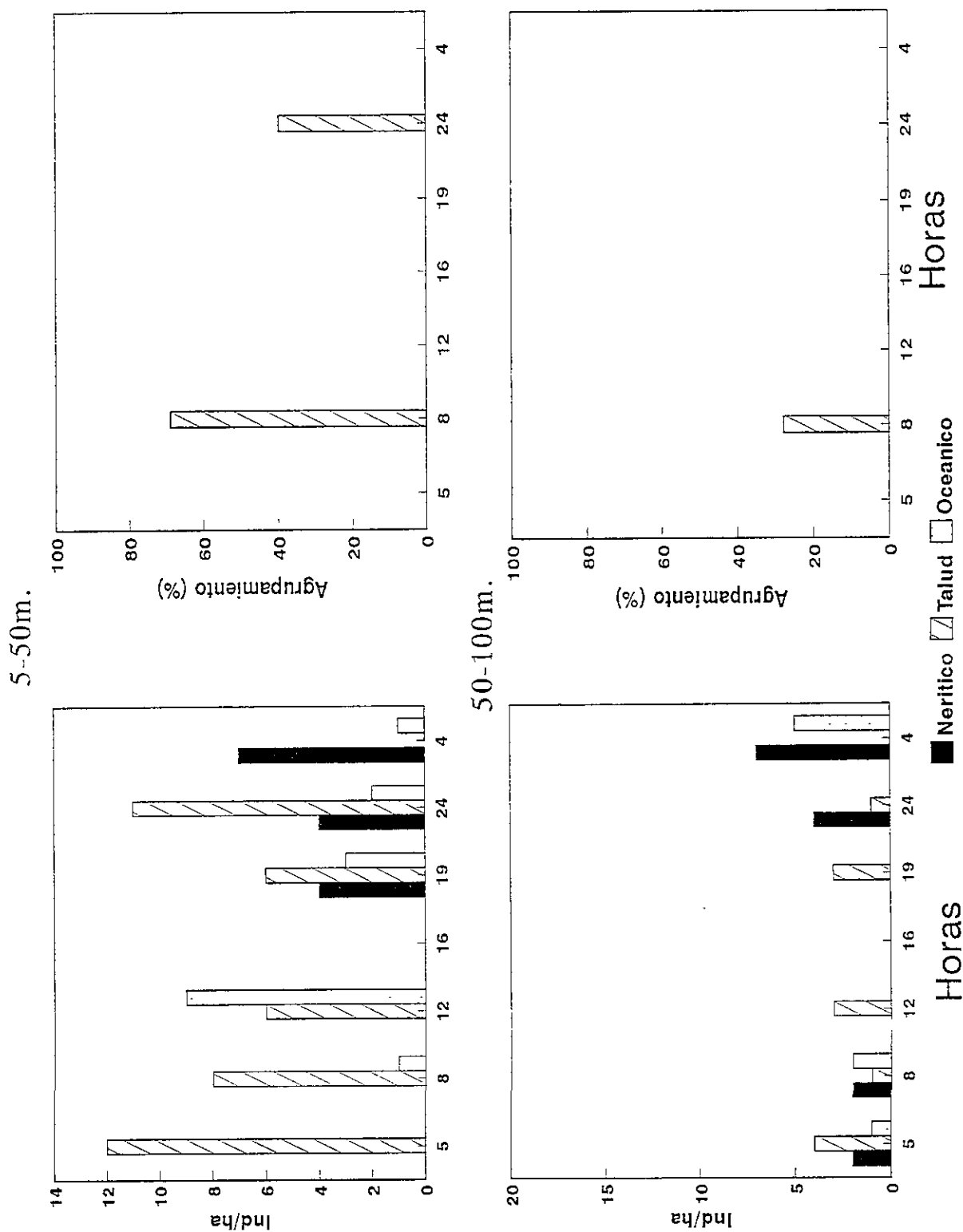


Fig.28.- Densidad y porcentaje de agrupamiento de pelágicos menores en la zona sur, transecto I (área de Punta San Lázaro, B.C.S.) en dos profundidades de muestreo en un ciclo de 24 horas.

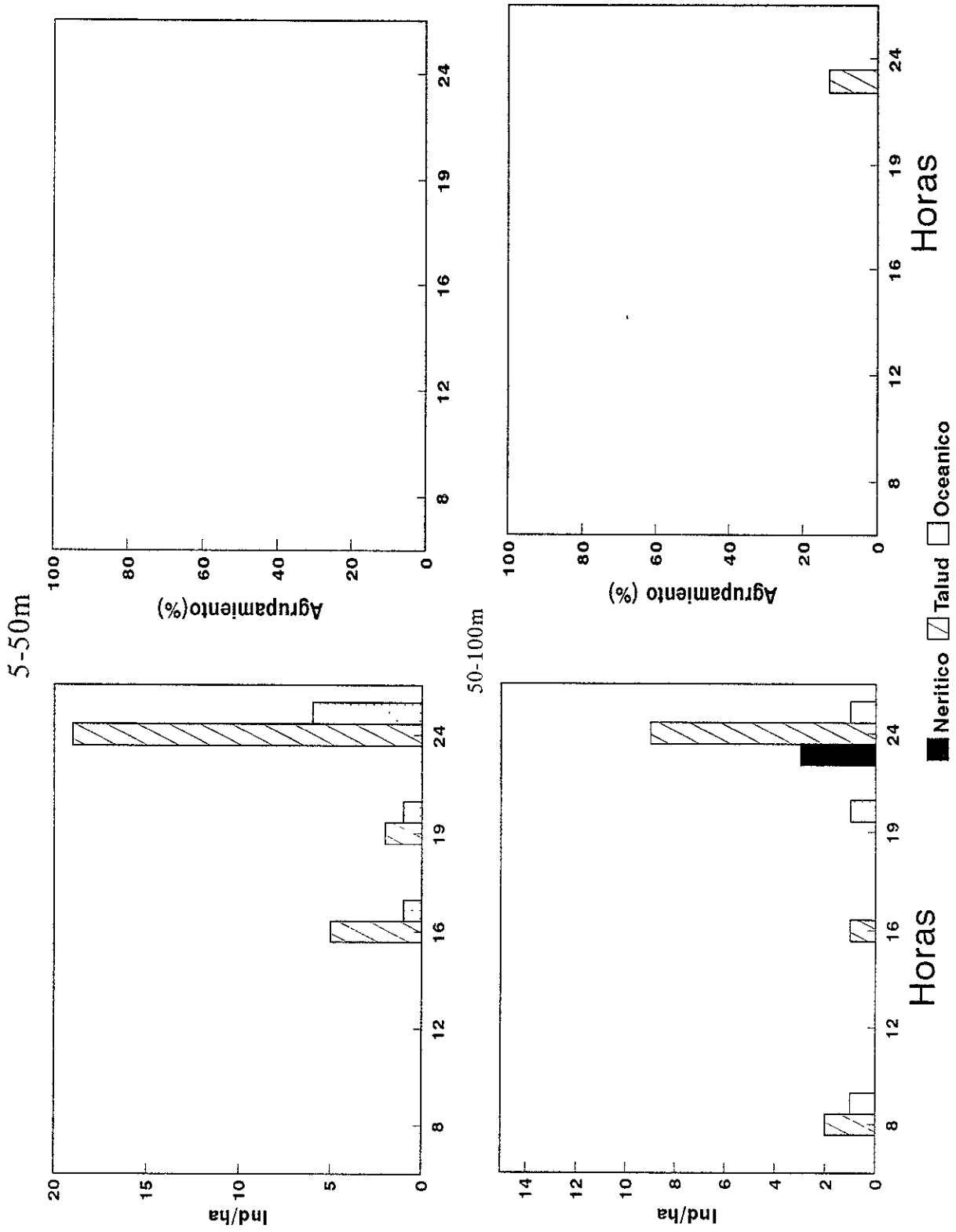


Fig.29.- Densidad y porcentaje de agrupamiento de pelágicos menores en la zona sur, transecto 2 (área de Bahía Magdalena, B.C.S.) en dos profundidades de muestreo en un ciclo de 24 horas.

5.4) Distribución de las agrupaciones

Se realizaron gráficas de intervalo de densidad de ecos de pelágicos menores vs. frecuencia total (Ft) Dichos intervalos se determinaron considerando valores discretos de 50 individuos, así la gráfica nos refleja en cual de estos se encontró la mayor frecuencia obteniendo una estimación indirecta del tamaño de los grupos. Procedimiento similar se aplicó para obtener el intervalo de agrupación más frecuente tanto por transectos como por período estimando en este caso el grado de separación o compactación de los cardúmenes detectados. En las tres zonas de muestreo las curvas de Frecuencia total contra intervalo de densidad revelan un claro sesgo hacia la izquierda, es decir, los intervalos de clase predominantes fueron el I (0-40 ind/ha), cuyos valores máximos de frecuencia fueron de 40, 50 y 40 repeticiones para las zonas norte centro y sur respectivamente. En la zona norte la frecuencia desciende abruptamente descender en función de los intervalos es evidente con un ligero repunte en la última categoría (401-440 ind/ha, fig. 30a) En la zona centro se encuentra representada casi toda la escala de categorías de intervalos de densidad si bien con valores muy bajos a excepción de los intervalos IX y XI apareciendo de forma irregular. (Fig. 30b) en tanto que en la zona sur no se puede hablar propiamente de una distribución, pues todos los datos estaban concentrados dentro del intervalo de 0-40 ind. (Fig. 30c).

5.5) Frecuencias de agrupación

Zona Norte

En los transectos 1 y 2 (Fig. 31 a-b) la frecuencia de los intervalos de agrupación se distribuye en los intervalos de 0-9.9% y 40-49.9% , en ambos períodos con frecuencias bajas. En ambos transectos se hubo un registro de cardúmen con un intervalo de agrupación de 80-89%. Durante la noche se detectaron individuos con una alta compactación, con un ligero aumento en la noche. El transecto n3 mostró frecuencias en una mayor cantidad de intervalos, aunque sólo durante el período nocturno. La frecuencia más alta se encontró para el intervalo 0-9.9% en el día y la noche (Fig. 31c).

Zona Centro

En los transectos c1 y c3 se registraron frecuencias en una mayor diversidad de intervalos, particularmente el período diurno pero con frecuencias totales bajas (Fig.32 a-c). En el transecto c3 se reportaron agrupaciones en casi todos los intervalos, nuevamente en el período diurno, a excepción del intervalo de 90 a 100 %. En el transecto c4 (Fig. 32d) se identificaron agrupaciones prácticamente dentro de todo el rango de compactación. La mayor de estas se reportó para el día en el intervalo de 40 a 49.9% , y hubo mayor detección en la noche.

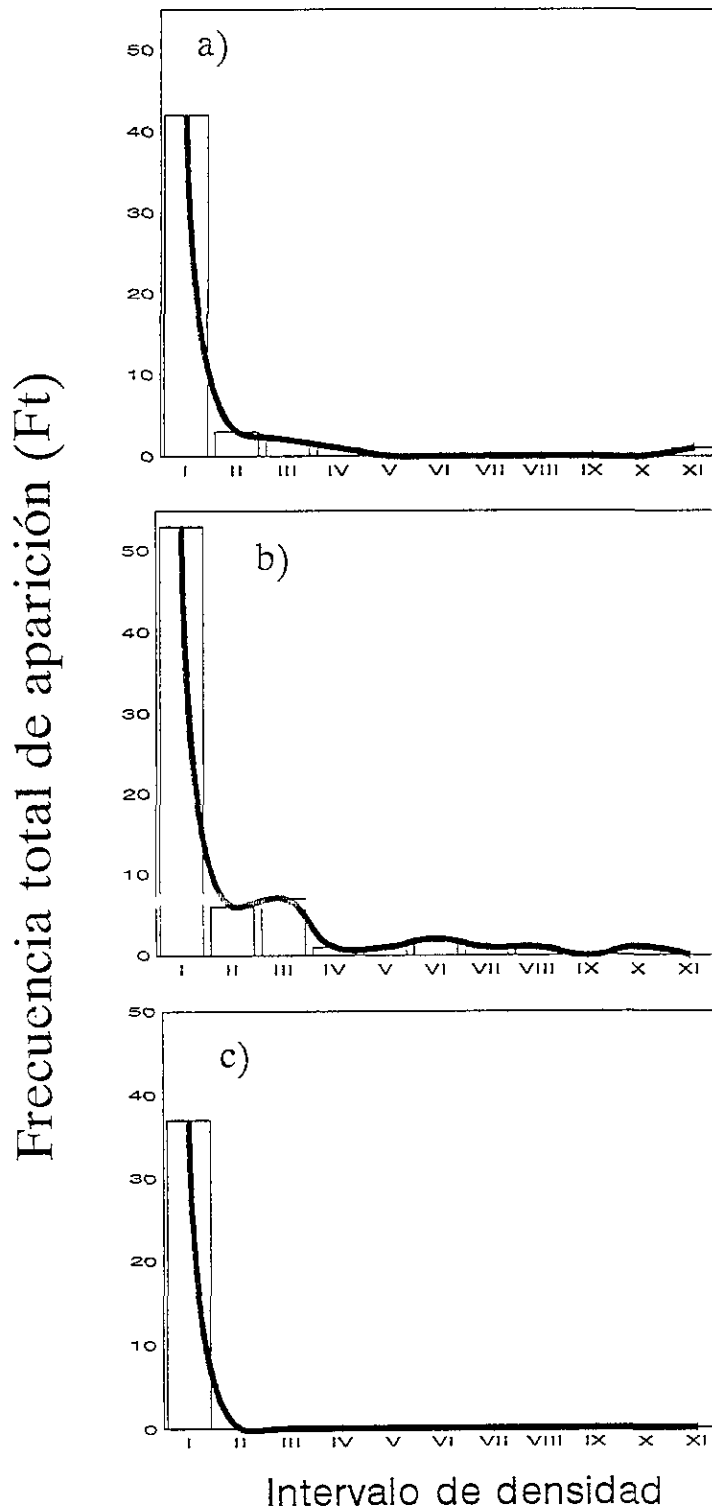


Fig. 30.- Distribución de las poblaciones de pelágicos menores vs frecuencia total de aparición en las tres zonas(a:norte, b:centro, s.sur).

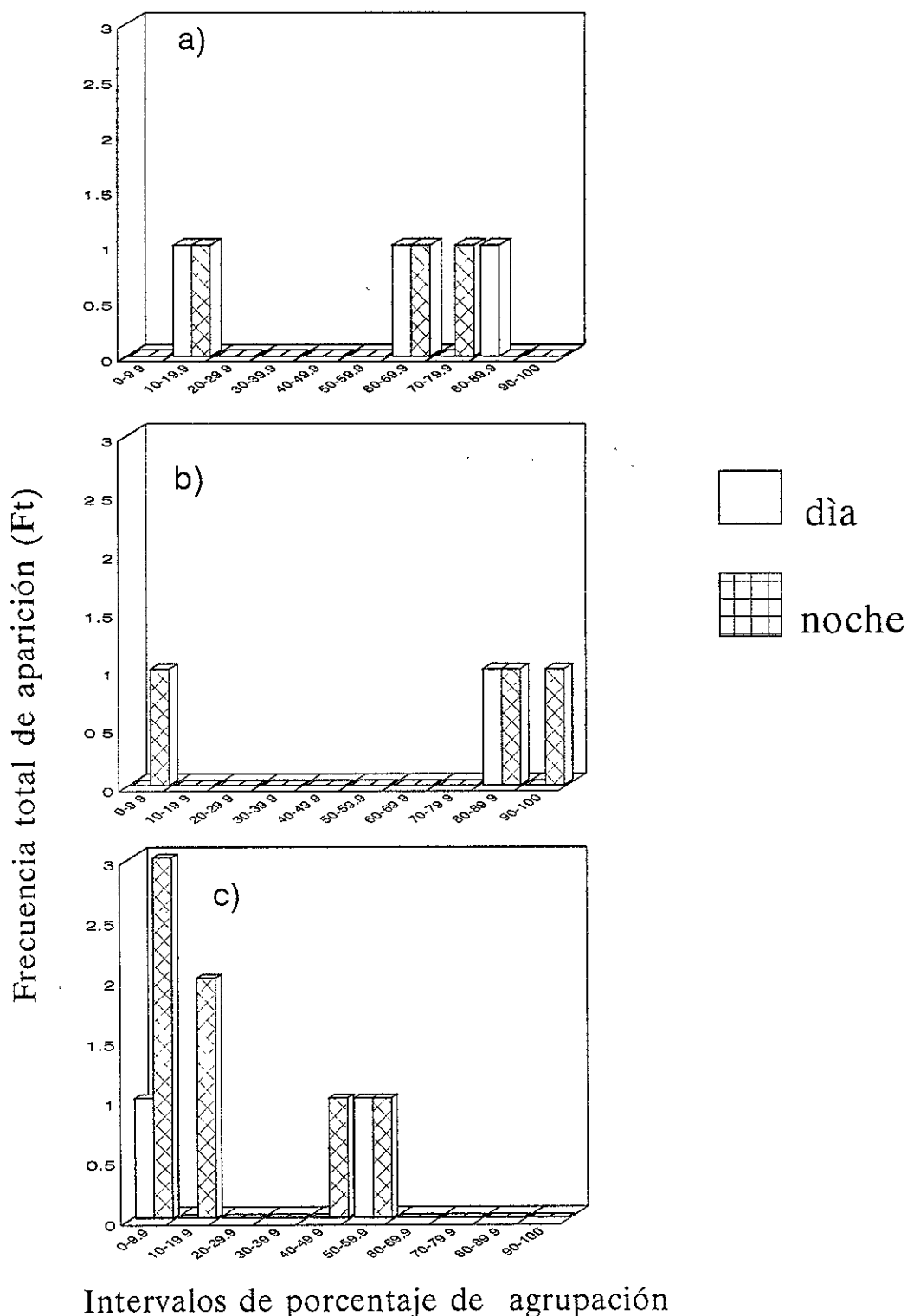


Fig. 31. Porcentaje de agrupación de pelágicos menores vs. frecuencia total de aparición en durante un ciclo de 24h para la zona norte. Los valores corresponden a los estratos conjuntos (a,b y c :norte 1,2 y 3 respectivamente).

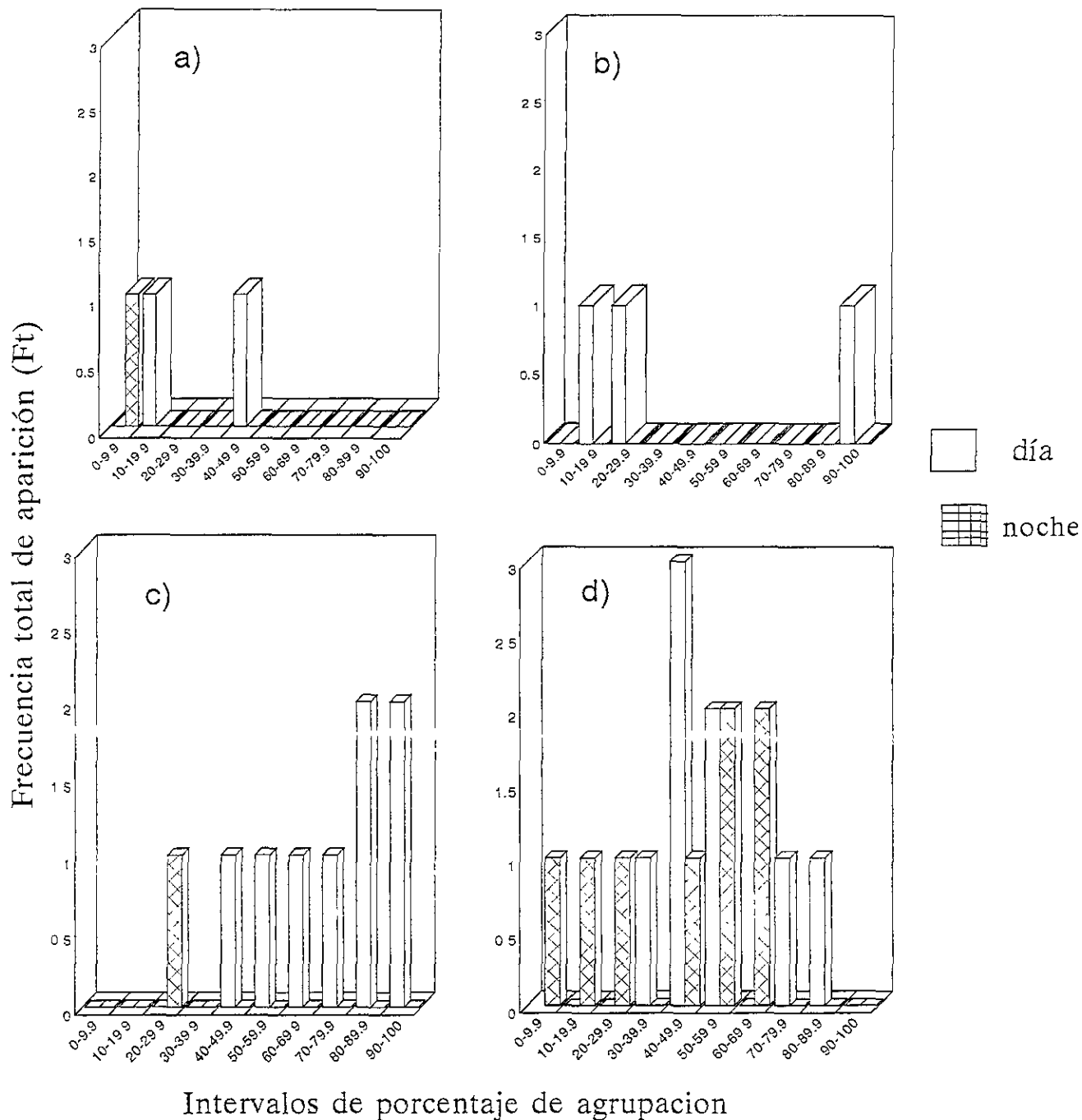


Fig 32. Porcentaje de agrupación de pelágicos menores vs. frecuencia total de aparición en ciclos de 24 horas para la zona centro. Los valores corresponden a los estratos conjuntos (a b c y d : centro 1,2,3,y 4 respectivamente).

Zona Sur

Poco es lo que se puede observar respecto a esta zona salvo el hecho de que el único intervalo que presenta individuos es el de menor grado de agrupación con una frecuencia ligeramente mayor en el día. No hubo datos disponibles para los otros intervalos. El mismo intervalo aparece para el transecto sur 2, aunque aquí la mayor frecuencia corresponde a la noche. En ambos hubo pocos individuos, esto es, los peces detectados tienen preferencia a formar grupos pequeños, apareciendo indistintamente en la noche o en el día (Fig. 33).

5.6 Dinámica nictimeral

En las tres zonas estudiadas se caracterizó el proceso de migraciones verticales de los pelágicos menores durante toda la campaña, seleccionándose los comportamientos más representativos de cada transecto y describiéndose a continuación.

5.6.1 Zona Norte (de Punta Santo Tomás a Punta San Lázaro, B.C.)

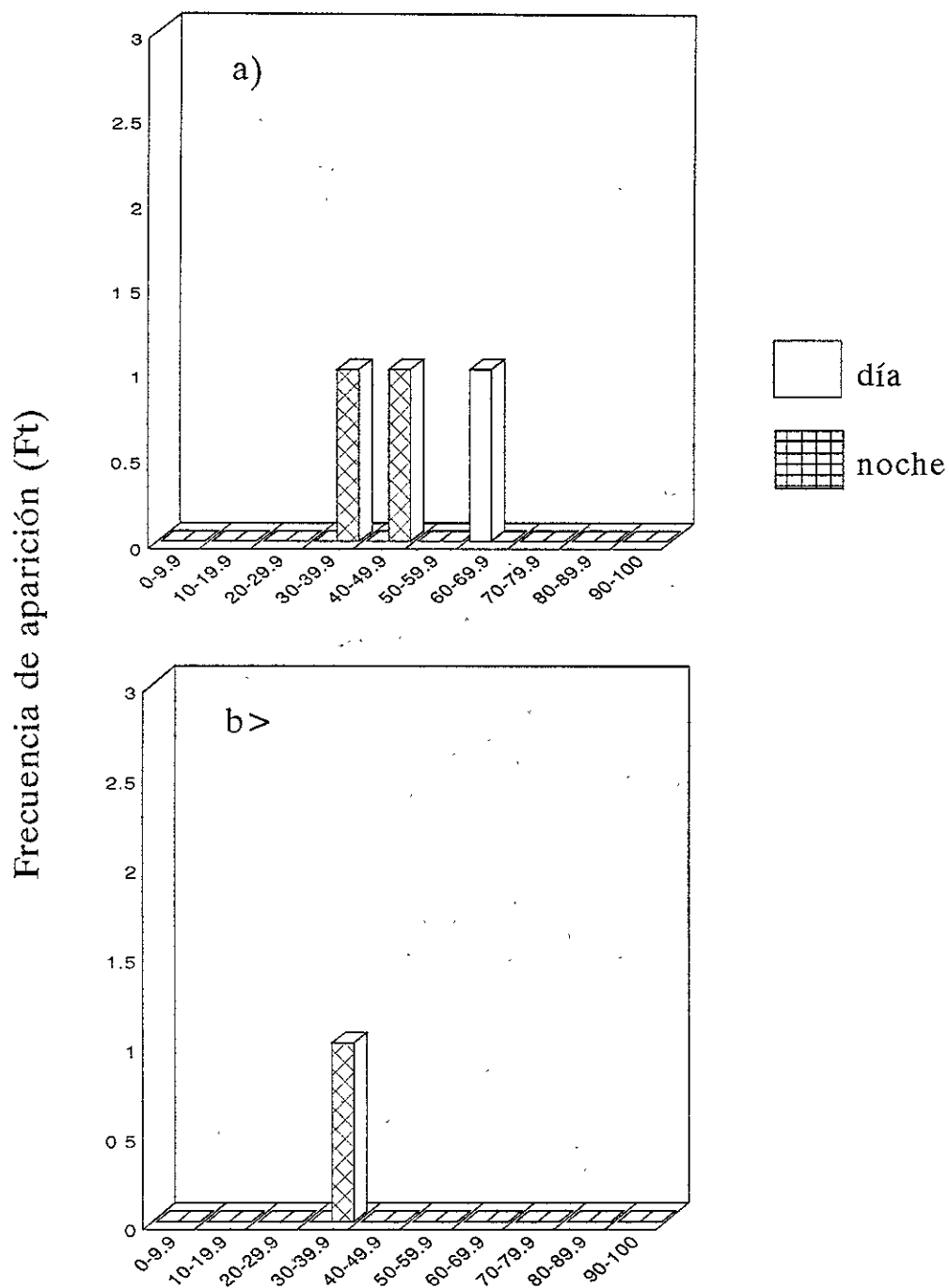
Se seleccionaron los ecogramas del transecto n3, comprenden la figura 34

Transecto norte 3 (área de Bahía San Ramón, B.C.)

De E1 a E2 (05.00h, Fig. 34a). Se observó una formación rocosa distante unas dos millas de la costa a una profundidad de 20 metros, por lo que dejaba una región nerítica relativamente aislada, apareciendo en los ecogramas posteriores. En este transecto los organismos se encontraron entre los 20 y 100 metros con una agrupación en el talud aproximadamente de los 45 a los 80 metros, tendiendo hacia el descenso. En la región nerítica también hubo organismos aunque en menor cantidad. La composición de ecos asociados a peces con respecto al total fue de 2% a 50 m del talud.

De E7 a E8 (14:10 h, Fig. 34c). Aquí la cantidad de peces disminuyó a menos del uno por ciento del total de los organismos, permaneciendo lejos de la superficie y distribuidos más o menos uniformes en el nerítico y en el talud, no así en la región oceánica donde sólo se registró un cardumen a los 40 m. La presencia del bajo no interrumpió su distribución.

De E13 a E14 (23 :10h, Fig. 34e). Se registró la mayor densidad de individuos en las tres regiones, encontrándose en la capa de 5-50m, fue asimismo donde mayor actividad hubo. Los peces se encontraron en la parte media de la capa manteniéndose así durante la noche. Los valores más altos de densidad fueron de 115 individuos/ha, componiendo un 2% de la agrupación.



Intervalos de porcentaje de agrupación.

Fig. 33.- Porcentaje de agrupación de ecos de pelágicos menores vs. frecuencia de aparición en ciclos de 24 horas para la zona sur. Los valores corresponden a estratos conjuntos (a: sur 1, b: sur 2).

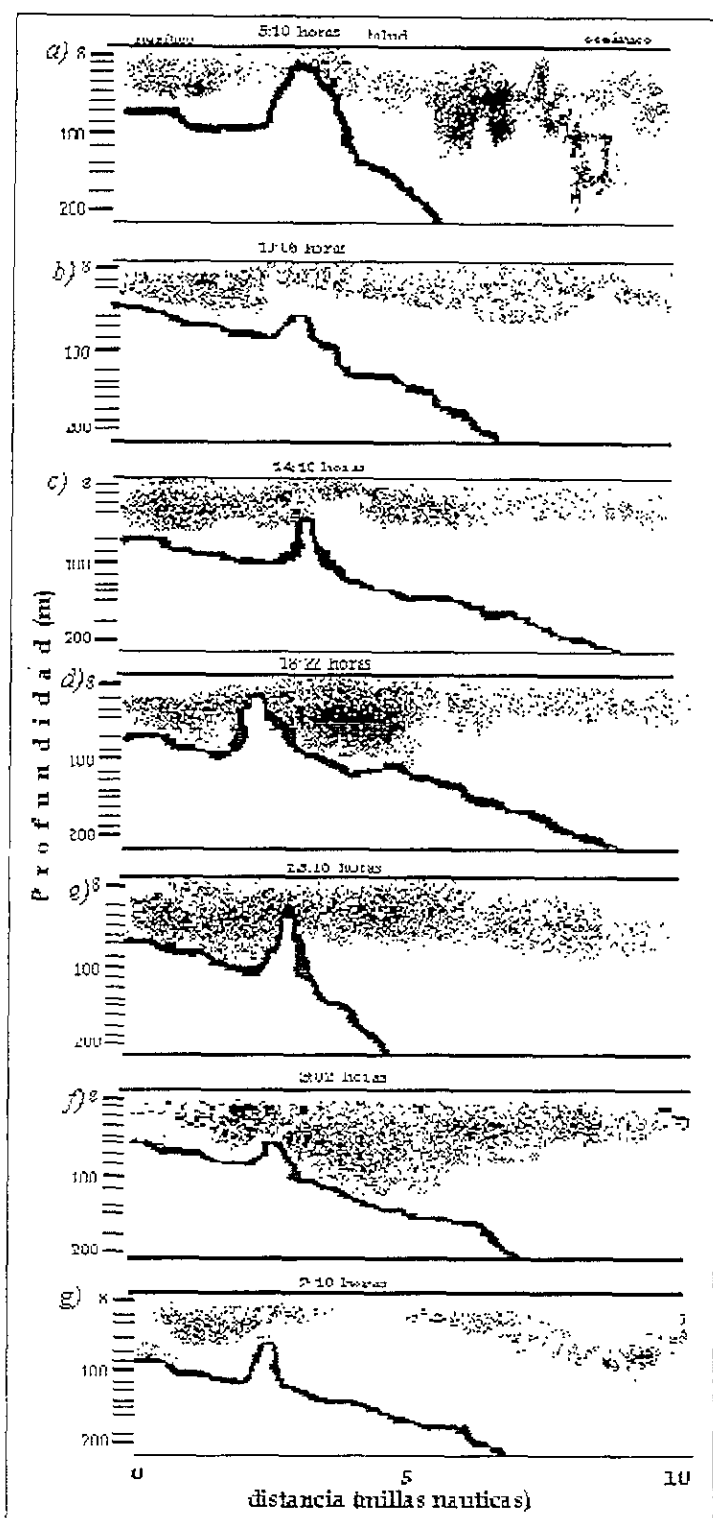


Fig. 34.- Ecogramas obtenidos (distribución de ecos) en la zona norte, transecto 3 (Bahía San Ramón, B.C.S.) durante un ciclo de 24 horas.

De E19 a E20 (7:10h, Fig. 34g). Este transecto prácticamente no muestra organismos, por lo que es probable que se hayan desplazado a mayor profundidad. No fueron registrados peces. Cabe señalar que la amplitud máxima del grupo se detectó a las 3:02 h en el talud, donde alcanzó un espesor de 64 m, y permaneciendo cercana al bajo.

5.6..2 Zona Centro (de Punta Eugenia a Bahía San Hipólito, B.C.S.)

En esta zona los transectos 3 y 4 fueron los más abundantes. Dentro del transecto 3 se seleccionaron cuatro ecogramas, con aproximadamente 6 horas de diferencia entre cada uno (Fig. 35). Transecto centro 3 (área de Bahía San Cristóbal, B.C.S.).

De E1 a E2 (13:45 h, Fig. 35a). Presentó una distribución horizontal concentrada en la región nerítica conformando dos estratos, el más cercano se angosta ensanchándose conforme se avanza el talud y desplazándose hacia el fondo. Durante el transcurso del día siguieron detectándose agrupaciones en esta región. La mayor densidad (316 individuos/ha) fue registrada en el estrato 50-100m con un porcentaje de composición del 9 % en la región nerítica, disminuyendo esta conforme se avanza a mar abierto. En el talud, y a una profundidad de 68 metros se detectó un cardumen con un porcentaje de composición del 49% .

De E10 a E11 (00:17h, Fig 35d). El incremento en la actividad se observa en el ecograma de E10a E11, realizado alrededor de las 0 horas. Aquí, y a diferencia de las anteriores la formación de bancos comenzó en el talud coincidiendo notablemente con el borde de este y manteniendo una formación vertical, es decir, agrupándose sobre un eje vertical sin extenderse horizontalmente sino a determinadas profundidades. En este transecto el desplazamiento de los individuos se produjo en la capa superficial con dirección a mar abierto.

De E13 a E14 (3:42h, Fig. 35e). El ecograma resultante señala claramente la formación vertical anterior, coincidiendo notablemente con el final del talud, con un intervalo de profundidad de 65 m y diluyéndose al dirigirse al fondo. A los 13 y 48 metros, los componentes tienden a separarse a manera de ramificaciones del grupo principal, dispersándose tanto a la región oceánica como a la costa, siendo más densa la "rama" a los 13 metros y que se dirige fuera de esta. Esta forma de agrupación no fue observada en ninguna de las otras zonas y sólo se mantuvo durante cuatro horas aproximadamente.

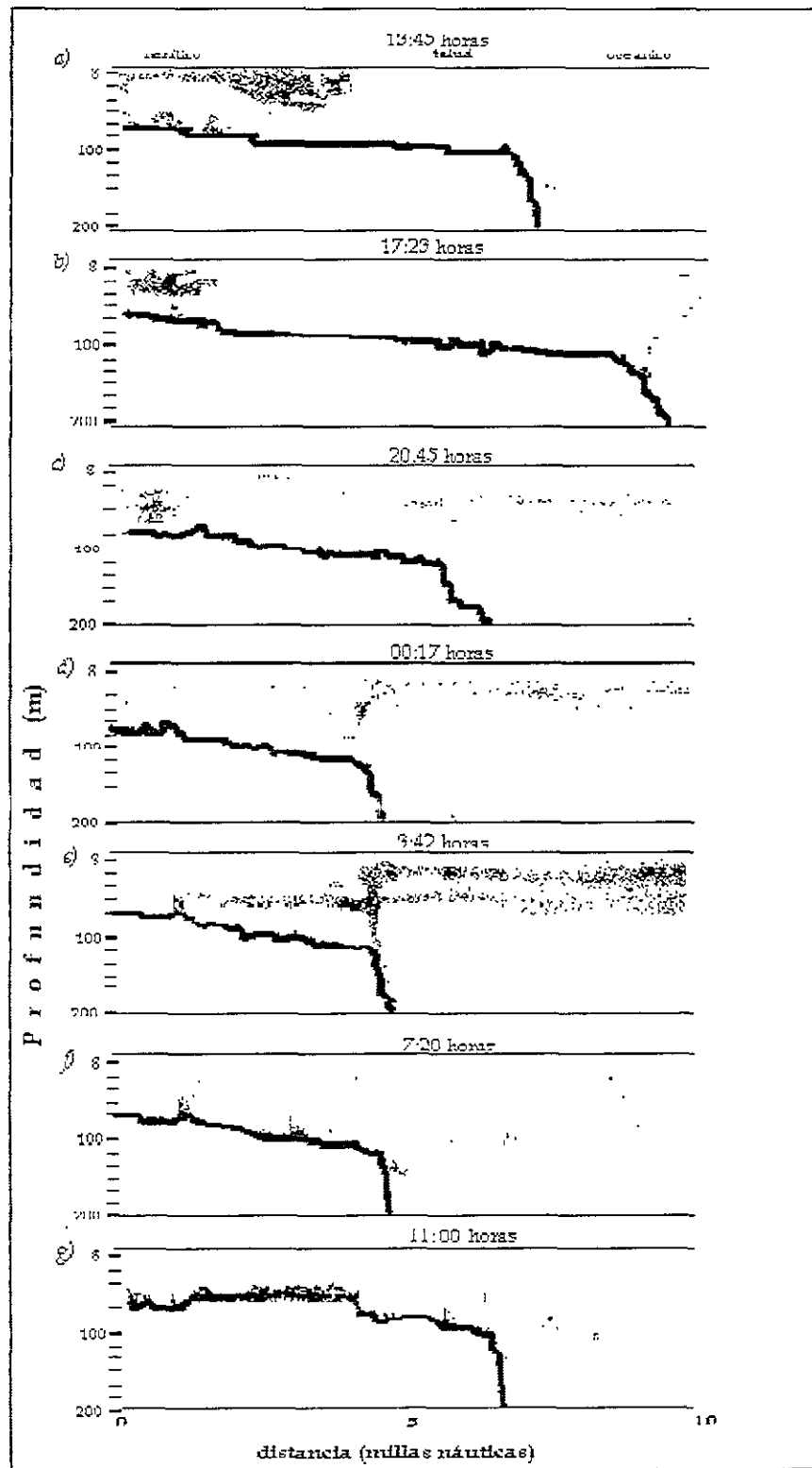


Fig. 35.- Ecogramas obtenidos (distribución de ecos) en la zona centro, transecto 3 (Bahía San Cristobal, B.C.S.) durante el ciclo de 24 horas.

Transecto centro 4 (área de Bahía San Hipólito, B.C.S.).

De las zonas muestreadas fue la que introdujo el mayor número de registros manteniendo actividad durante todo el día (Fig. 36).

De E1 a E2 (16:07h, Fig. 36a). En este transecto la densidad registrada compuesta tanto por organismos planctónicos como por peces se mantiene agrupada dentro de la plataforma continental, abarcando las zonas del talud y la nerítica y coincidiendo con el límite del talud. Se mantiene una distribución irregular comprendida de los 8 a los 80 metros aproximadamente, manteniéndose principalmente dentro de los primeros 30 metros. La mayor densidad ocurre en el talud, con 250 y 70 individuos/ha para las capas estudiadas, manteniéndose una diferencia notable con las otras dos regiones. Empero sólo ocupa entre el 1 y 2 por ciento de su composición.

De E4 a E5 (20:34h, Fig. 36b). Se incrementó la concentración de individuos principalmente en el talud, no obstante, los ecos típicos de la especie ocurrieron en la región nerítica, principalmente en el estrato superior (5-50m) y componiendo menos del 1 por ciento de la densidad detectada.

De E7 a E8 (00:19h, Fig. 36c). La tendencia a concentrarse aumenta notablemente alrededor de la medianoche en donde la densidad ocupa prácticamente toda la columna de agua entre la superficie y el fondo, es decir, abarca una altura estimada de 80 metros distribuyéndose en toda la plataforma. Una característica notable es que sigue manteniendo su límite con el del talud a pesar de la gran densidad de organismos. Después de este valor máximo se observó una ligera disminución, pero manteniendo aún una alta población con la misma distribución.

De E13 a E14 (07:20h, Fig. 36e). La imagen obtenida muestra, no obstante, una serie de huecos en el cardumen, disgregándose conforme se alejaba de la costa. Para este transecto aumenta la densidad en las tres regiones particularmente en la nerítica. Es importante señalar que este transecto fue realizado a las 06:48 h, coincidiendo con el alba. Los porcentajes de variación variaron de menos del 1% para el nerítico a 17% del oceánico, independientemente de los valores de densidad.

De E16 a E17 (11:15 h, Fig. 36f). El último ecograma mostró una continuación en la tendencia del cardumen a disminuir su extensión y densidad concentrándose netamente cerca de la costa. De igual manera se muestra como no homogéneo, es decir, los "claros" tienden a agruparse. La densidad de ecos de peces en este

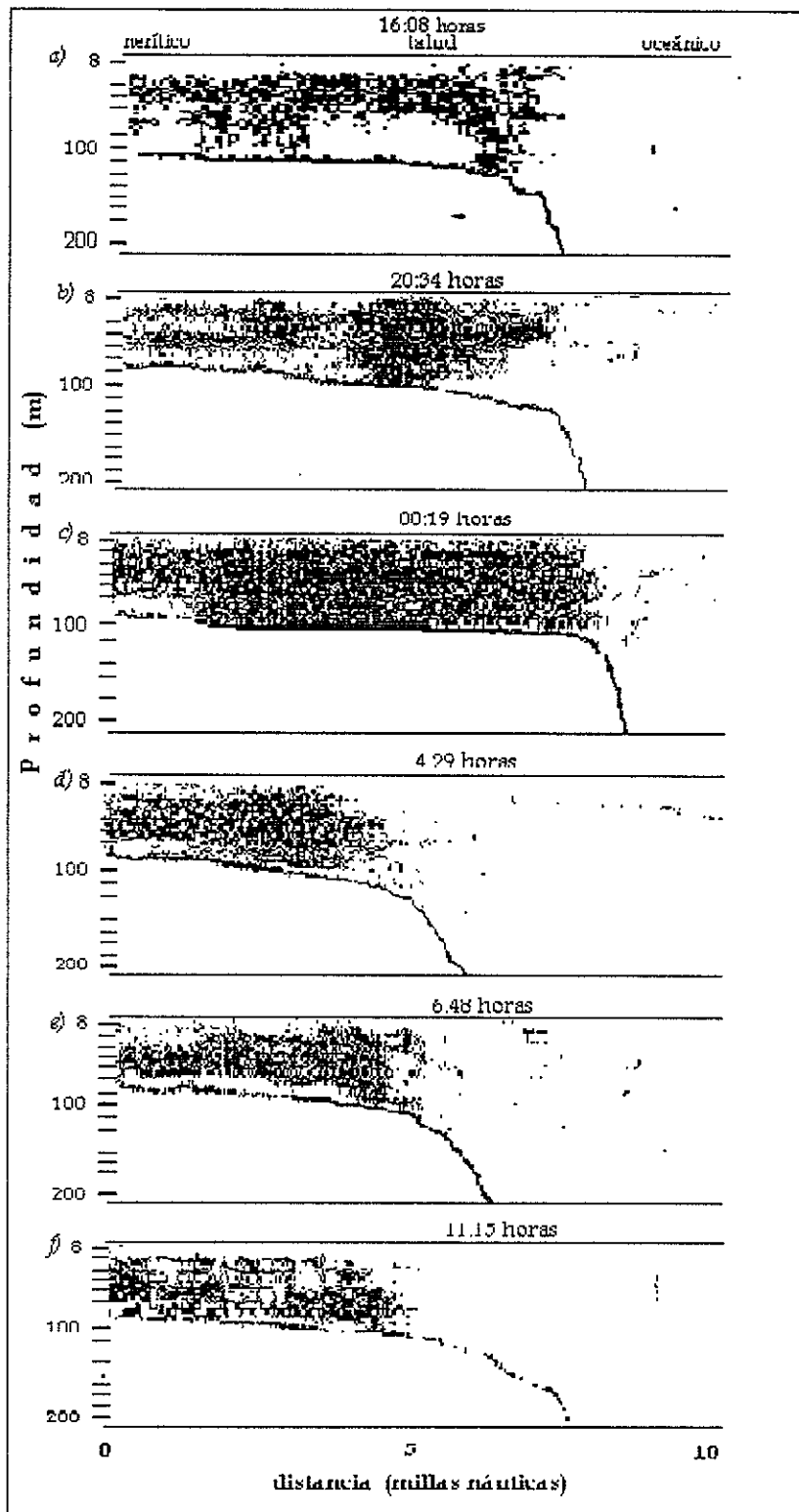


Fig. 36.- Ecogramas obtenidos (distribución de ecos) en la zona centro, transecto 4 (Bahía Asunción, B.C.S.) durante el ciclo de 24 horas.

cardumen es mayor al acercarse a la costa con 114 individuos/ha en la capa superficial y componiendo el 1 por ciento de agrupamiento, y de 4 individuos/ha para los estratos más profundos con un 21 por ciento de agrupamiento.

5.6.3 Zona Sur (exterior de Bahía Magdalena).

Dado que solamente se muestrearon dos transectos el número total de individuos es menor a las anteriores, encontrándose ambas en la región de Bahía Magdalena (Fig. 37).

Transecto sur 1 (de Punta San Lázaro, B.C.S.).

De E1 a E2 (05:26 hrs, Fig. 37a). El ecograma correspondiente a este transecto indica una distribución discontinua de los organismos, manteniéndose dentro del estrato 5-50m y formando dos agrupaciones tanto en la zona nerítica como en el perfil oceánico.

De E10 a E11 (15:33 h, Fig. 37d). En este ecograma después del mediodía la cantidad de individuos detectados disminuyó notablemente tanto como la profundidad a la que se encontraron (máxima 70 metros) aunque se mantiene la misma distribución la parte más densa se ubica a los 36 metros siendo también el más extenso.

De E13 a E14 (18:45h, Fig. 37e). Coincidió con la hora del crepúsculo, y aumentó la actividad reflejándose en la densidad del ecograma. Aquí se repite el mismo patrón de comportamiento, ya que se observa en el desplazamiento de las agrupaciones hacia la superficie un incremento en su densidad por área. Se observa aún la misma distribución en el tamaño de ambos manteniéndose a la misma profundidad. Cabe señalar que mantienen una forma más o menos definida, esto es, con bordes regularmente diferenciados. No se observó un ascenso continuo de los individuos hacia la superficie.

S1E16E17 (04:01h, Fig. 37f). El último transecto tuvo una duración aproximada de una hora, el ecograma registró una distribución más extendida de los peces, manteniéndose dentro del mismo intervalo de profundidad y manteniendo la separación en dos grupos, aumentando su densidad, ninguno de ellos se encuentra directamente en la superficie, manteniéndose en la misma profundidad (40 metros).

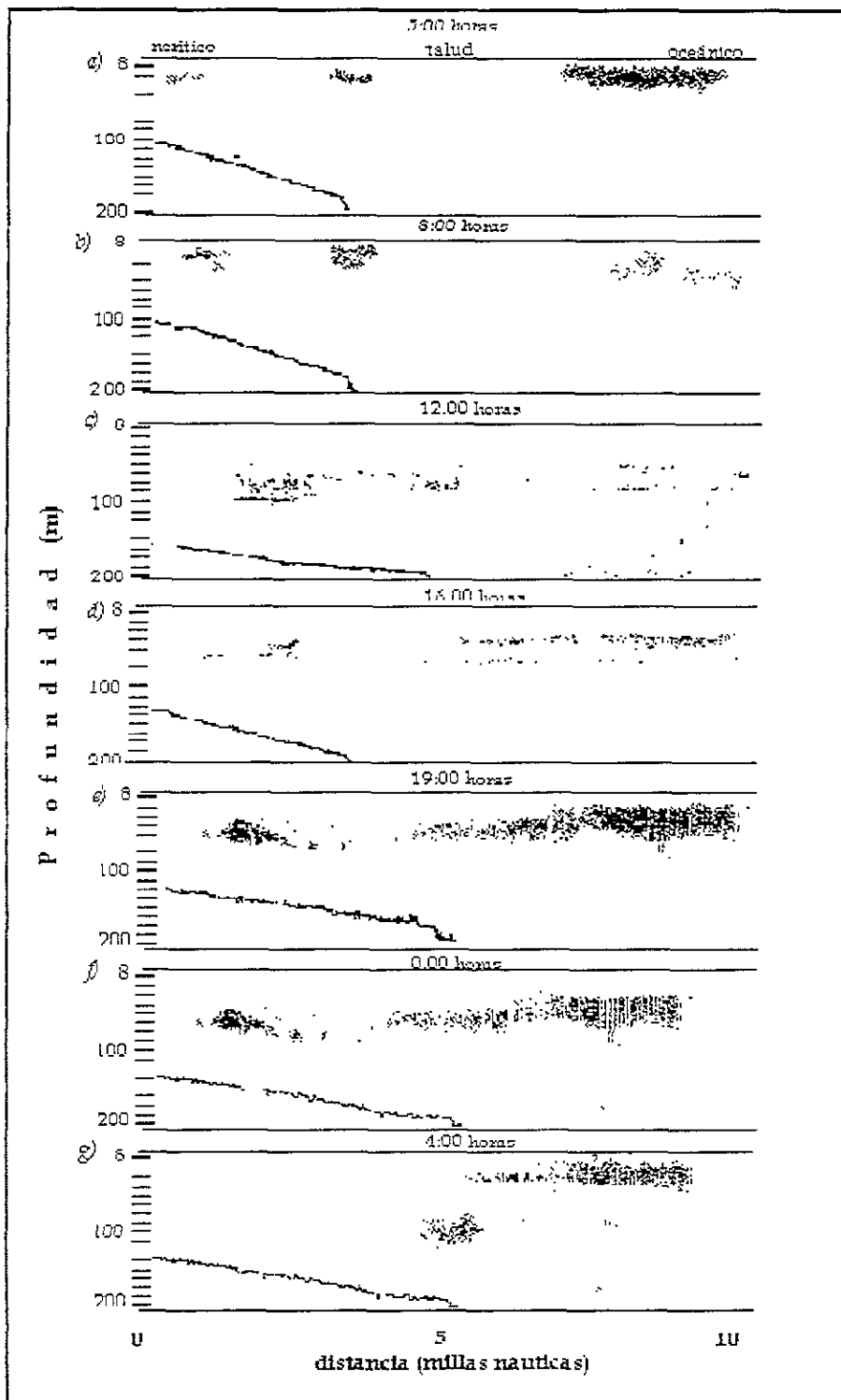


Fig. 37.- Ecogramas obtenidos (distribución de ecos) en la zona sur, transecto 1 (Punta San Lázaro, B.C.S.) durante un ciclo de 24 horas.

5.7 Parámetros ambientales

Se obtuvieron registros de temperatura y salinidad superficiales en todos los transectos así como gradientes verticales de temperatura y salinidad en cada estación graficándose los perfiles y caracterizando en ellos la termoclina y haloclina. Los perfiles horizontales y verticales de ambas variables incluidas en esta sección y sus descripciones corresponden a los transectos n3, c3, c4 y s1.

Existen tres zonas definidas por el incremento en la latitud geográfica. Los saltos, o cambios drásticos en el perfil son cambios de zona, separados de mayor a menor. La temperatura varió de los 14.7°C (transecto n2) a los 23.1°C (transecto s1), existe por lo tanto un incremento de 9.8°C en dirección norte-sur de la costa occidental de la península. Pueden identificarse tres tendencias:

- *Existe un incremento de la temperatura y la salinidad en dirección norte-sur*, esto es, las aguas de la porción norte de la península son las más frías y menos salinas y las de la zona sur las más cálidas y salinas, con una transición en la zona centro. La tendencia se manifiesta tanto en el agua superficial como a 25 y 75m.

- *El patrón de aumento es diferente para cada variable*. Para la temperatura el gradiente observado del transecto n1 al transecto c4 es progresivo, a excepción del transecto n2, esto puede deberse a la influencia de algún fenómeno local (p. ej. presencia de frentes). La evidencia más fuerte de cambio ocurre de la zona centro a la zona sur siendo estadísticamente significativo. Esta última zona está sometida a la influencia de diferentes corrientes, por tanto, la zona de transición puede definirse en algún punto intermedio entre estas dos zonas.

- *La variación de los datos sobre la media se incrementa en el mismo sentido*. Esto implica que la salinidad media de los transectos de la zona norte presenta poca dispersión manteniéndose constante, presentando la zona sur una inestabilidad mucho mayor. Para la temperatura la variación de los datos es alta, a excepción del transecto c4. Entre ambas variables los valores medios de la salinidad presentan desviaciones standard más amplias que los de temperatura.

Los resultados de la prueba de contraste de medias empleada entre los transectos norte 3 y centro 1, y entre los transectos centro 4 y sur 1 fueron significativamente diferentes ($\alpha=95\%$) tanto para temperatura como para salinidad (Tabla 18).

Tabla 18.- Resultados de la prueba de contraste de medias para transectos límite entre zonas ($\alpha=0.05$)

categoria	valor experimental de z	valor de z en tablas	Decisión de Ho
n3 vs c1 (temperatura)	5.149	1.96	rechazar
c4 vs s1 (temperatura)	20.556	1.96	rechazar
n3 vs c1 (salinidad)	33.298	1.96	rechazar
c4 vs s1 (salinidad)	22.442	1.96	rechazar

Temperatura superficial

La figura 38 nos indica el comportamiento de la temperatura y salinidad superficiales en función de los transectos de muestreo tanto de día como de noche. Manteniendo la misma tendencia, la temperatura varió de los 17.6°C (transecto n2) a los 24.9°C (transecto s1), existe por lo tanto un incremento de 7.3°C, descendiendo entre los transectos c2 a c4. En el transecto n1 los valores tuvieron un cambio de 1.0°C y en el resto de los transectos la amplitud de la desviación standard se mantuvo alrededor de 0.3°C. Entre transectos las que presentaron mayores cambios fueron las de la zona norte con diferencias de hasta 3.9°C y las más estables fueron las de la zona sur con 0.2°C de diferencia entre ambas. Dentro de la columna de agua esta porción fue la más estable.

Salinidad superficial (Fig. 38)

Los valores se mantuvieron sobre 33.7; aunque para este parámetro el incremento desde el transecto n1 al transecto c4 (norte y centro de la península) es de 0.1. La mayor desviación se presentó en los transectos n2 y s2, el resto tiene amplitudes moderadas, no mayores a 0.2. Se observa también un incremento conforme la latitud desciende. Los valores máximo y mínimo se dan primeramente en la zona norte /transecto 2/día y en la zona sur/transecto 1/día. Los 9 transectos se mantuvieron dentro de 33 con un margen de 0.4 con los valores más altos en la zona sur tendiendo a una mayor diferencia día-noche en función de la latitud, aunque esta no excedió de 0.15. A diferencia de la temperatura no se presentaron cambios drásticos presentando un cambio gradual. Los valores de desviación standard fueron menores a 0.5 lo que supone un baja dispersión con mayores diferencias en el día que en la noche.

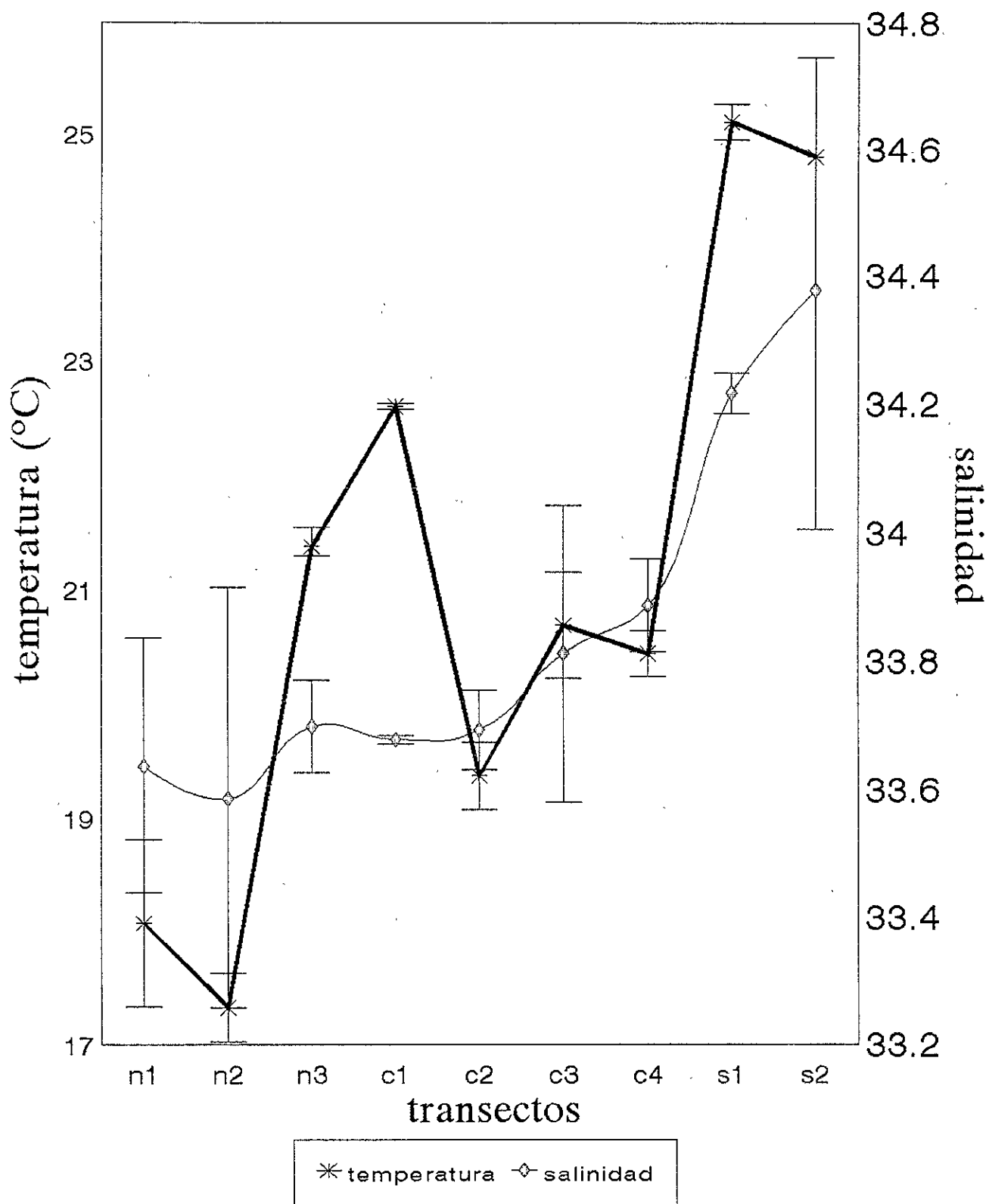


Fig. 38.- Temperatura y salinidad superficiales en los transectos de muestreo. Las líneas transversales indican la desviación standard.

Por estratos

Comparando separadamente estratos y períodos se observa que la temperatura a 25 y 75m siguió el mismo incremento en dirección norte-sur que la temperatura superficial. Observando los registros para el día, a 25 m la temperatura varió aproximadamente 10°C de la zona norte a la zona sur (de 15 a 25 grados). El cambio más fuerte ocurre del transecto c4 al transecto s1 con 5 grados de diferencia entre ambos. Para 75m es la misma tendencia con el mismo cambio drástico, incluso presentándose en mayor intensidad (aproximadamente 7.8 grados). La diferencia entre la temperatura para ambas capas se mantiene alrededor de 3°C. Para la noche se mantienen intervalos de temperaturas similares. La capa de 75 m es más fría que la capa superior. Los mayores contrastes ocurren en la zona centro, con una diferencia de 3.5 °C (Fig. 39).

La salinidad tuvo variaciones más importantes. Durante el día se presentan oscilaciones de 33.3 a 34.3 para 25m y de 33.5 a 33.8 a 75m. El cambio más drástico ocurre entre los transectos c3 y s1 con un incremento de 0.7. Para ambos estratos el transecto más salino fue el s1 nuevamente la tendencia es a incrementarse en dirección norte-sur. Durante la noche se alcanzan valores más altos (33.7/s1). La capa de 75m es más salina que la de 25m, aunque la tendencia de dispersión de los datos es similar para ambos estratos. Es interesante observar que los transectos n1 y n3 presentan valores muy similares (Fig. 40).

5.8 Descripción por transectos

5.8.1 Norte 3

Temperatura

De las 3 zonas fue la más homogénea en ambos períodos coincidiendo un aumento inicial para después descender con pendientes poco pronunciadas al avanzar hacia mar abierto, a las 6.4 millas aproximadamente se produce un descenso de 0.8°C en una distancia de 1.8 millas náuticas continuando después el descenso de manera similar al principio del transecto. Este cambio en el desarrollo no se observó en la noche, manteniéndose la misma pendiente a la largo del recorrido. De igual manera los intervalos de temperatura se mantuvieron del orden de menos de 1°C por lo que se puede decir que fue la que presentó la temperatura más constante de los tres transectos (Fig. 41a).

Salinidad

durante el día fue ligeramente mayor la salinidad (0.05) en la región oceánica que en la noche. Por contraste en la zona nerítica hubo un aumento también de 0.05 y bajando esta al dirigirse al oceánico (Fig. 41b).

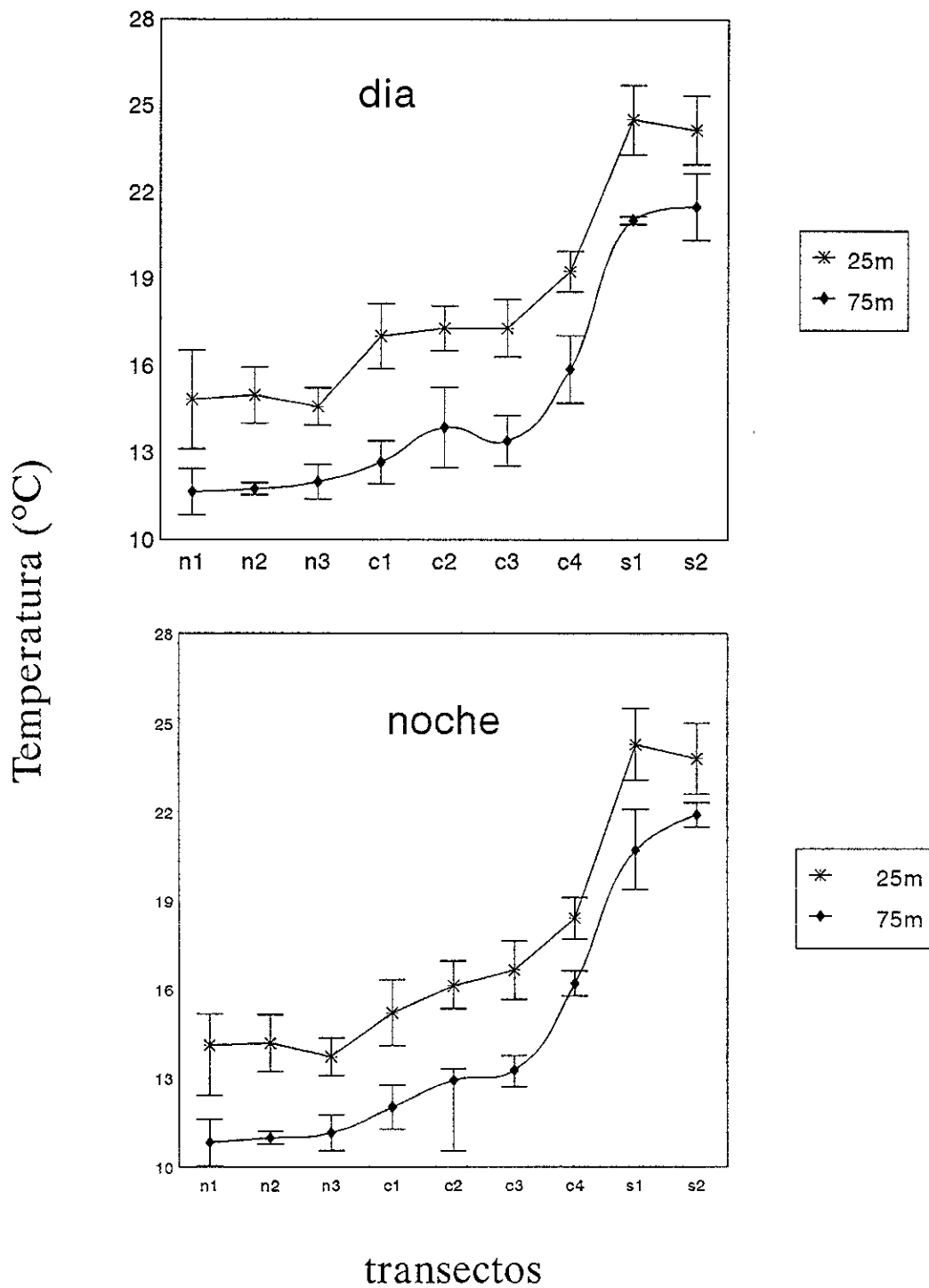


Fig. 39. Temperatura a 25 y 75 m en los transectos de muestreo. Las líneas transversales indican la desviación standard.

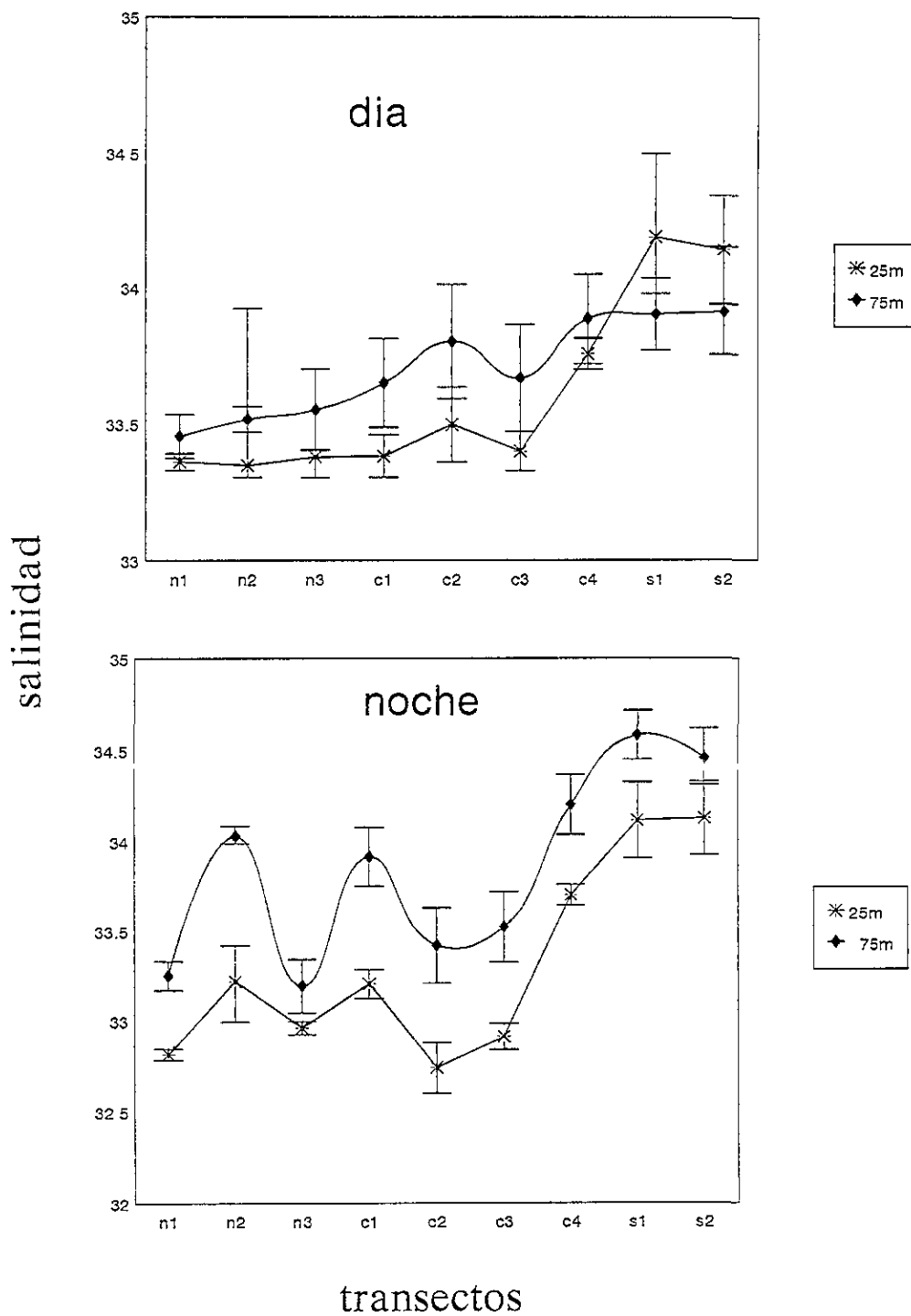


Fig. 40.- Salinidad a 25 y 75m en los transectos de muestreo. Las líneas transversales indican la desviación standard

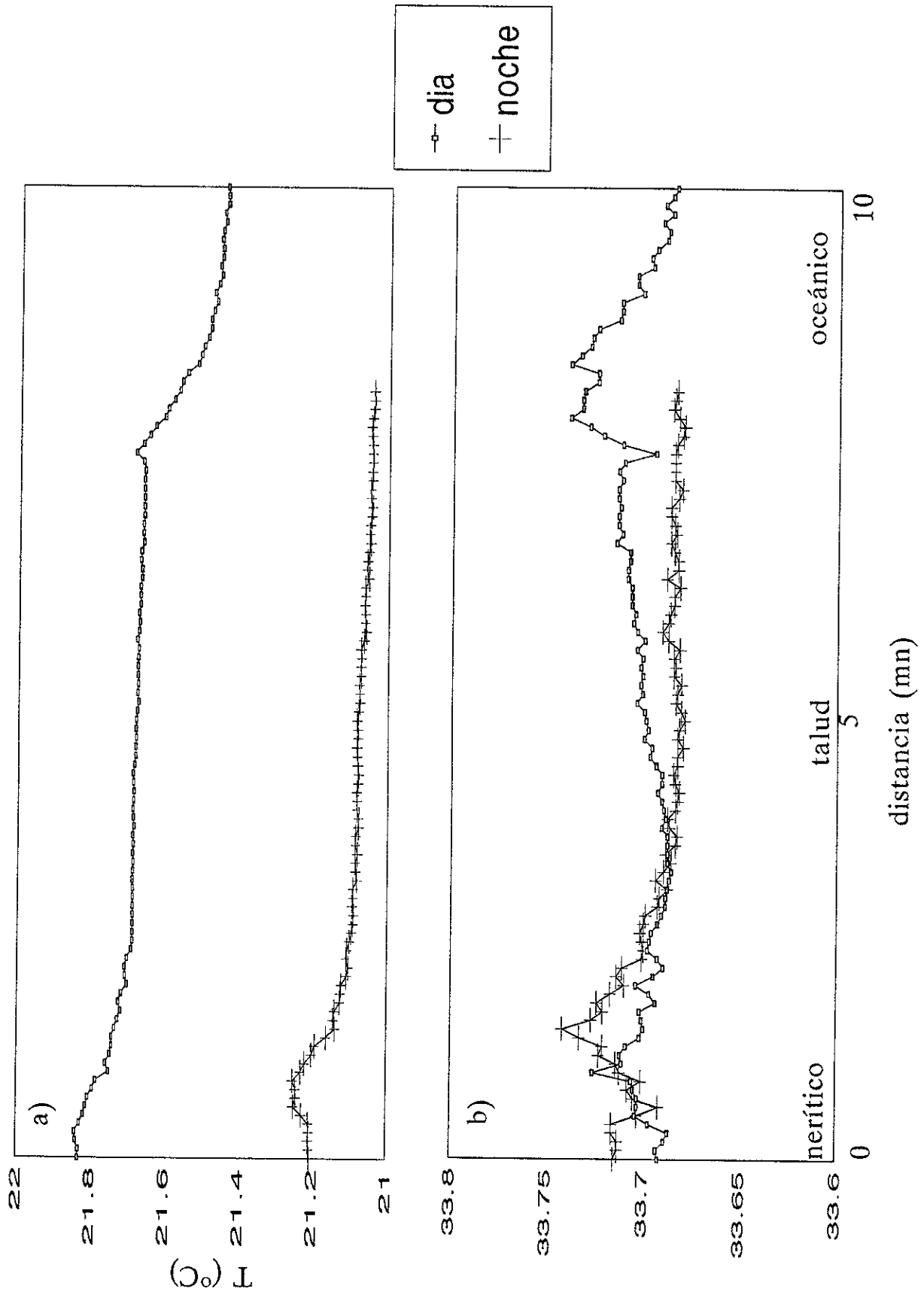


Fig. 41.- Perfiles horizontales de temperatura y salinidad superficiales obtenidos en la zona norte transecto 3 (área de Bahía San Ramón, B.C.) en ambos períodos (a: temperatura, b: salinidad).

5.8.2 Centro 3

Temperatura

Aquí ocurrió un patrón inverso al de las anteriores, en donde la temperatura aumentaba con la distancia, aquí esta variable descendió a una milla al final del trayecto. La máxima diferencia en el día es de 1.9 °C y se produce entre las 4.6 y 8.1 millas náuticas estabilizándose a partir de este punto (Fig. 42a).

Salinidad

Varió entre 33.82 y 34.0, con un comportamiento similar al transecto centro 2, la salinidad en la región oceánica disminuyó a partir de las 8.3 mn, conservándose así hasta el final del transecto. Hubo un “pico” en la noche de 0.4 menos coincidiendo con un descenso pequeño en el día (Fig. 42b).

5.8.3 Centro 4

Este transecto no presentó cambios significativos, se repiten los mismos patrones tanto en relación a la distancia como en los períodos. Para el día los valores fueron de 20.56°C y en ascenso hasta 20.73 y para la noche de 19.85°C ambas líneas se comportaron de manera casi paralela (Fig. 43a).

Salinidad

Desde el inicio hasta el final del transecto permaneció prácticamente entre 33.90 y 33.93 para ambos períodos con pequeñas variaciones durante el recorrido pero ascendiendo constantemente. En contraste la temperatura durante el día disminuyó manteniéndose entre los 24.7 y 25.0 grados. Cerca del final del transecto (8 millas) nuevamente desciende. En este período también hubo un ascenso similar al del período nocturno. Este fue el más cálido de todos los transectos, incluyendo el transecto sur 2 (Fig. 43b).

5.8.4 Sur 1

Temperatura (Fig. 44a)

En el transecto sur 1 la temperatura tuvo un incremento sostenido en ambos períodos, siempre en dirección costa-océano. El período diurno fue más frío que el nocturno, iniciando a los 24.7 °C y con un máximo de 25.1 grados en la región oceánica. La variación fue mayor en la temperatura superficial nocturna, con un intervalo de 0.5°C (de 24.9 a 25.4 grados), manteniéndose en todo el recorrido.

Salinidad

Se mantuvo entre 33.4 y 34.5 siendo las mayores para toda la campaña, fue ligeramente mayor en el día pero sin presentar grandes variaciones en ninguna de las tres regiones (Fig. 44b).

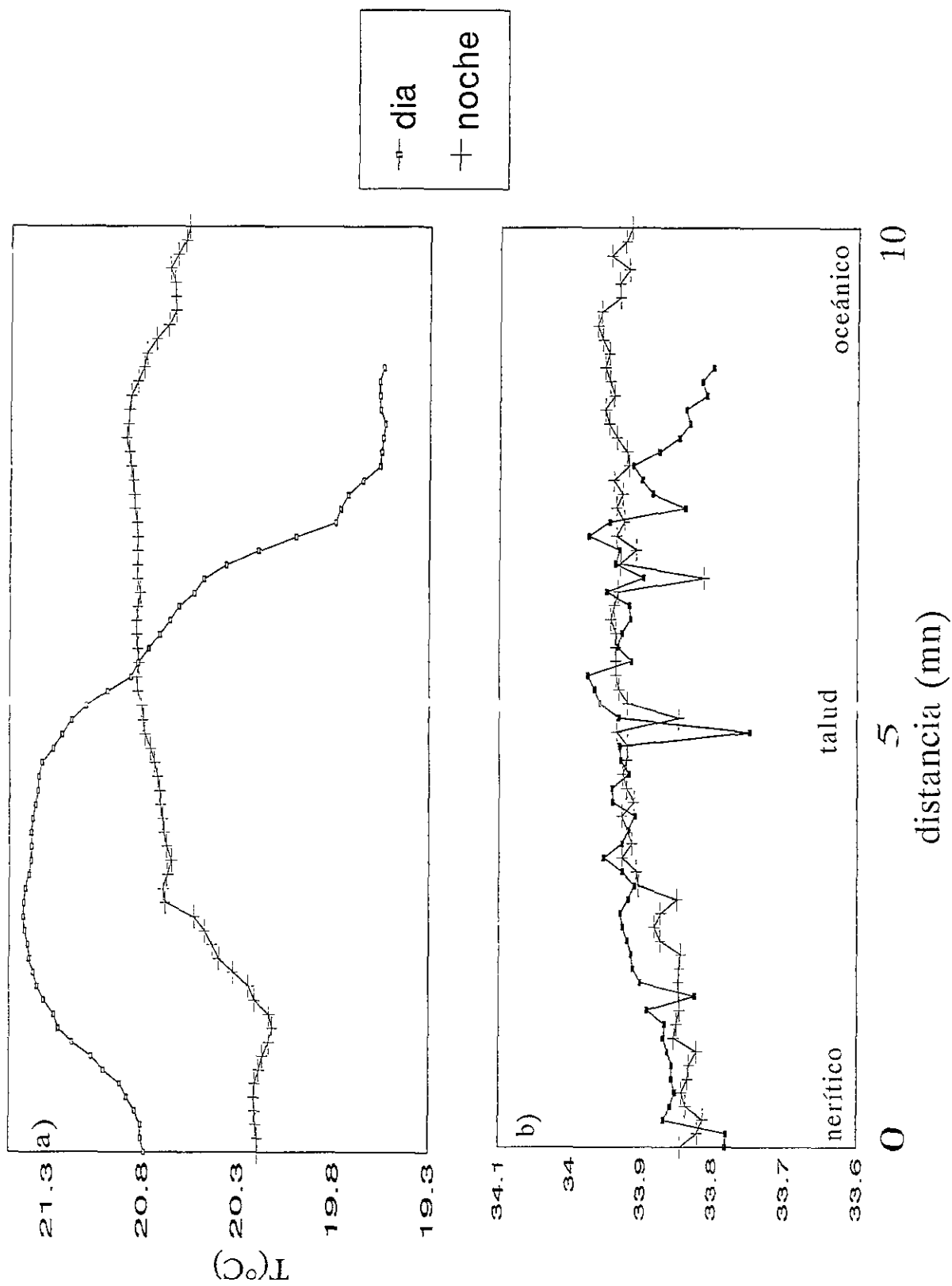


Fig.42- Perfiles horizontales de temperatura y salinidad superficiales obtenidos en la zona centro transecto 3 (área de Bahía San Cristóbal, B.C.S.). en ambos períodos (a:temperatura, b:salinidad).

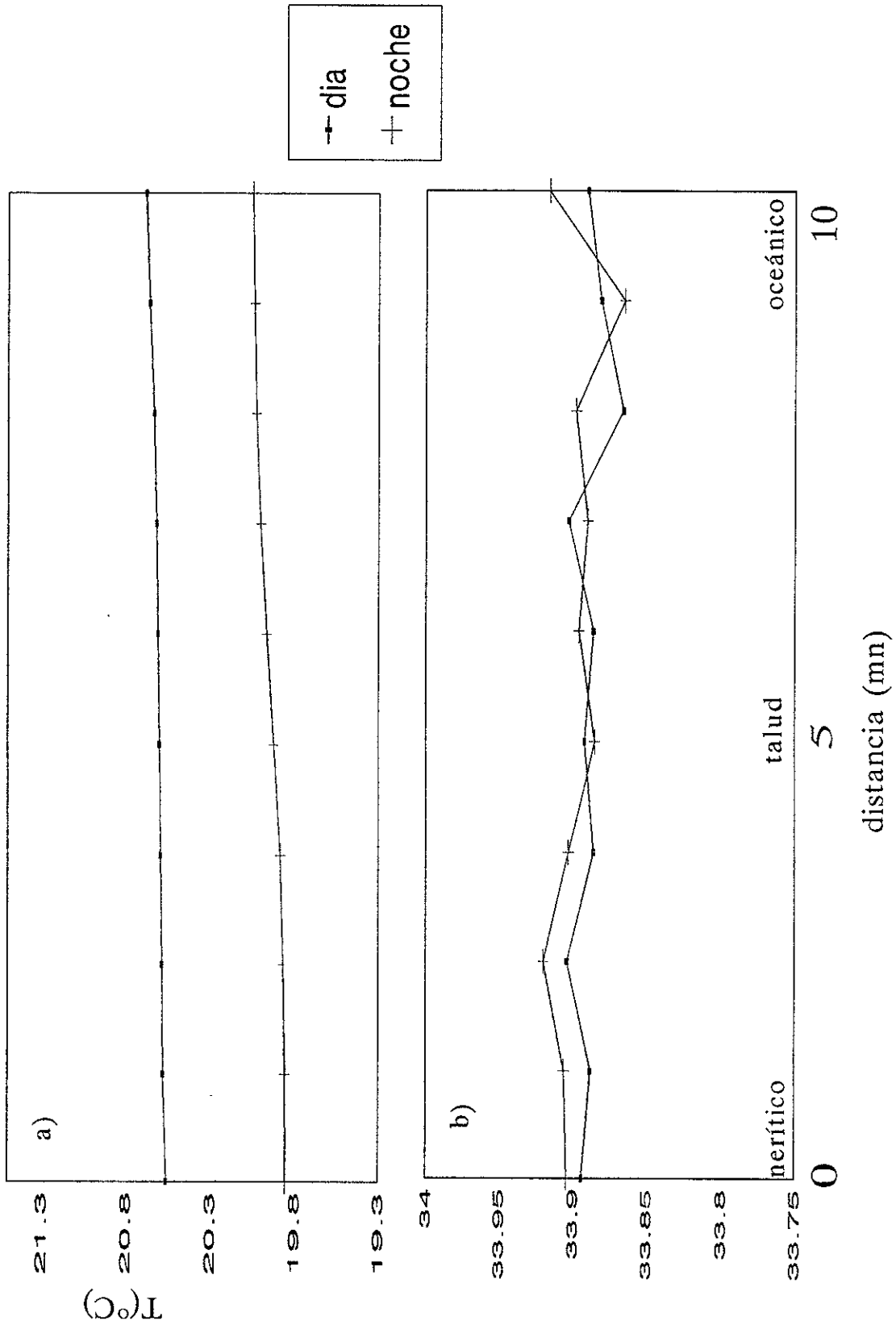


Fig. 43.- Perfiles horizontales de temperatura y salinidad superficiales obtenidos en el zona centro transecto 4 (área de Bahía San Hipólito B.C.S.) en ambos períodos (a:temperatura, b:salinidad).

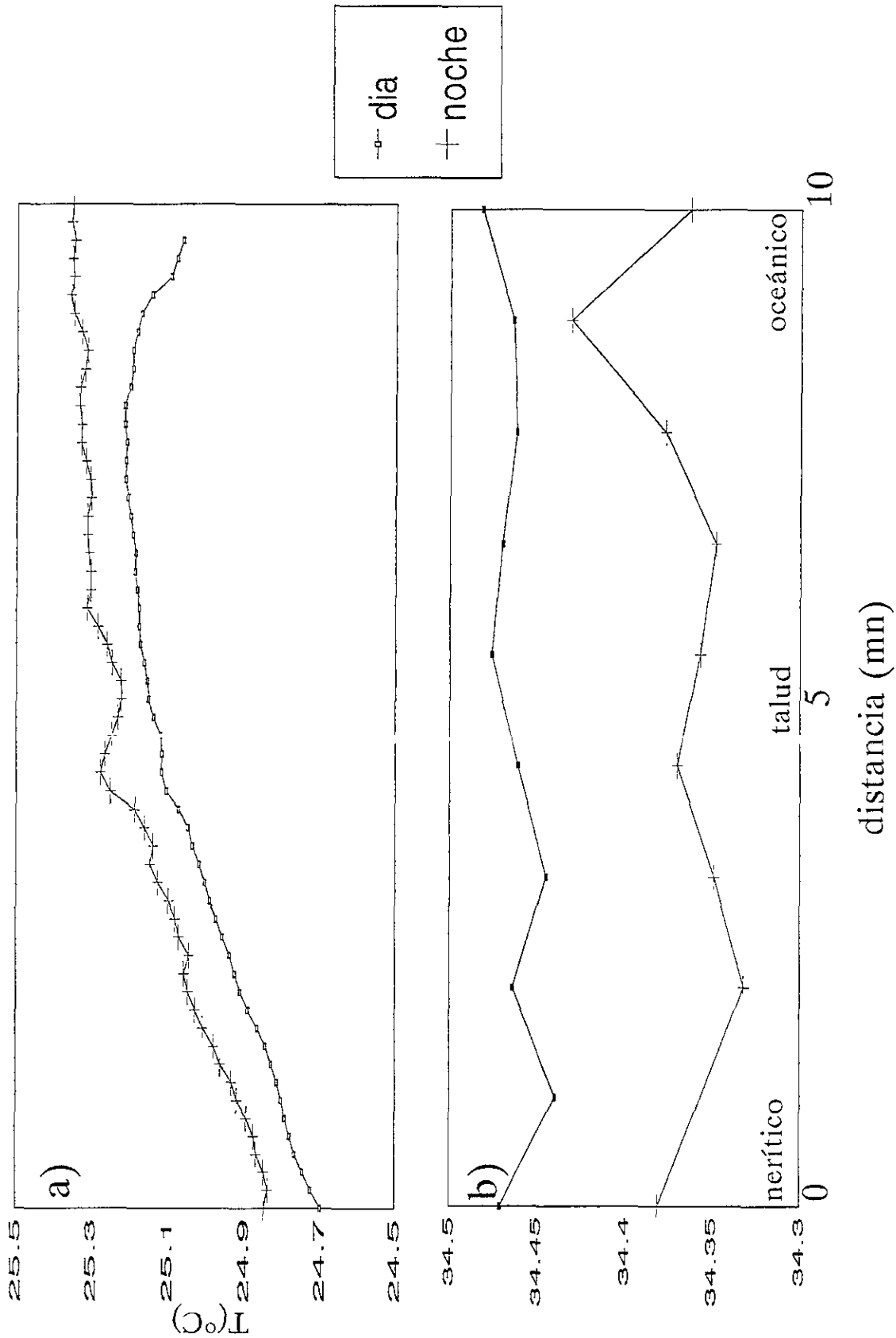


Fig.44.- Perfiles horizontales de temperatura y salinidad superficiales obtenidos en la zona sur transecto 1 (área de Punta San Lázaro, B.C.S.) en ambos períodos (a:temperatura, b:salinidad).

5.9 Termoclinas

Tanto los cambios en temperatura inicial y final como en el intervalo de profundidad abarcaron una escala más amplia que en las termoclinas. La mayor diferencia se produjo en el transecto norte región oceánica y la menor en el transecto centro 3 región nerítica siendo 0.4°C más cálido en la superficie. También hubo mayor variación en función de la profundidad, abarcando en general grandes intervalos. La máxima y la mínima amplitud coincidieron con los transectos ya referidos (148 y 10m respectivamente).

5.9.1 Norte 3

nerítico

Presenta una alta variabilidad entre los valores a lo largo del día. Incluso en el perfil de las 4h hubo dos elevaciones de temperatura al aumentar la profundidad, aunque esta sea de sólo 56m. Las series obtenidas a las 10 y 23h concuerdan, y en menor medida con la realizada a las 3h. En general hay una inestabilidad marcada en la posición y magnitud de las termoclinas para todos los intervalos, presentando gradientes casi nulos (14h) (Fig. 45a).

talud

Presentó un perfil similar al de la región oceánica (Fig. 45b).

oceánico

La región oceánica fue ligeramente más calida que las otras dos, con una termoclina drástica en un principio (desciende 3.3°C en 28 metros) para disminuir después. Tanto en el talud como en esta región se alcanza el mismo valor de temperatura para la profundidad máxima de muestreo. Este perfil es similar la reportado para el transecto anterior (Fig. 45c).

5.9.2 Centro 3

nerítico

La posición y magnitud de la termoclina fueron estables habiendo pocos cambios en la masa de agua, con un gradiente bien definido entre los 10 y los 28 metros manteniéndose con pocos cambios después. Una excepción ocurre a las 13h, donde se invierte el comportamiento, aumentando hasta 16 grados y manteniéndose así para descender después y volver a ascender al valor inicial a una profundidad de 56m (Fig. 46a).

talud

En el talud se obtuvo un perfil típico con algunas ligeras variaciones al final de las mediciones, la diferencia aquí fue de 10 grados entre las temperaturas máxima y mínima. (Fig.46b).

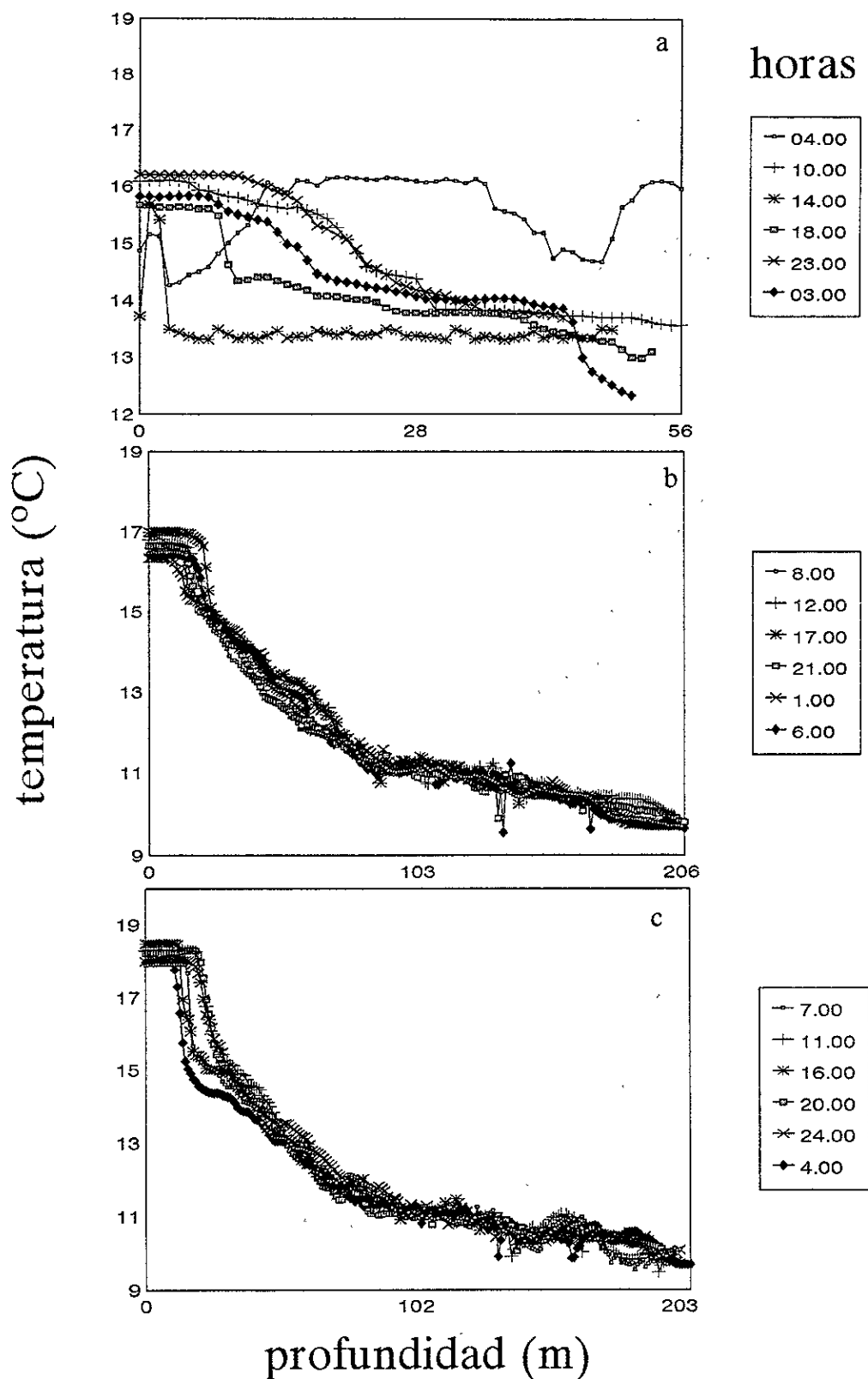


Fig. 45.-Perfiles verticales de temperatura obtenidos en las tres regiones de la zona norte transecto 3 (área de Bahía San Ramón, B.C.) durante un ciclo de muestreo. a: nerítico, b: talud, c: oceánico).

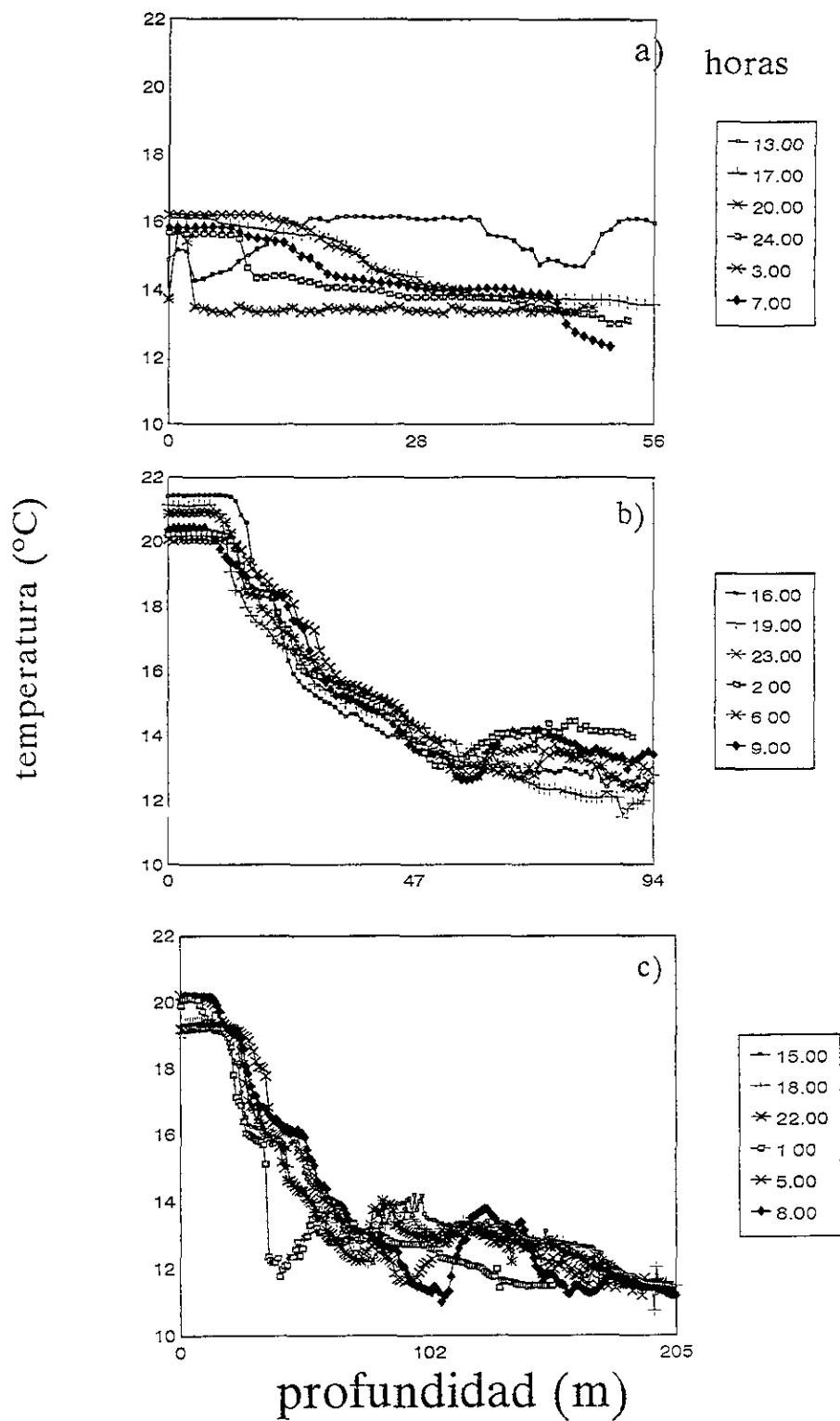


Fig. 46.- Perfiles verticales de temperatura obtenidos en las tres regiones de la zona centro transecto 3 (área de Bahía San Cristóbal, B.C.S.) durante un ciclo de muestreo (a:nerítico, b:talud, c:oceánico).

oceánico

El perfil oceánico tuvo una mayor inestabilidad en la columna, abarcando una profundidad mucho mayor que en talud e igualmente hay una disminución en la temperatura. Este cambio brusco en la posición de la termoclina se acentúa en los 100m, en donde todas las series tuvieron una amplia dispersión manteniéndose así hasta los 187m, convergiendo simultáneamente hacia el fondo (Fig. 46c).

5.9.3 Centro 4

Como en transectos anteriores, el talud y el oceánico fueron muy similares. El talud tuvo una clina bien definida hasta los 55m, y siguió disminuyendo con menor intensidad, pero más prolongada, siendo más fría que en la región oceánica. En esta última el valor inicial de la temperatura superficial fue mayor en promedio para todas las series, la profundidad a la que iniciaba la termoclina fue también muy parecida en grados y metros. A las 5h descendió más respecto a a las series anteriores. Sin embargo, al continuar las lecturas todos los valores tendieron a coincidir y mostrar líneas continuas (Fig. 47b-c).

nerítico

En la región nerítica la termoclina se inició a los 22m y mostró un descenso continuo sin una estabilización clara y por lo tanto una estratificación bien definida. El perfil correspondiente a las 0h sí muestra dos estratos, aunque se mantiene en el intervalo en el que ocurren el resto de los perfiles (Fig. 47a).

5.9.4 Sur I

En las tres regiones se desarrollaron termoclinas similares con pequeñas variaciones de profundidad entre unas y otras. nerítico Como en los otros dos el cambio se inicia alrededor de los 32 m manteniéndose para todas las lecturas, variando desde 27 (12h) hasta 35m(19h) y alcanzando el punto mínimo alrededor de los 70m en donde coinciden las lecturas (15.43°C) continuando así al aumentar la profundidad.

Fuera del período inicial, que es en donde mayores variaciones se presentan, el resto de los datos no presentó variación significativa (Fig. 48a).

talud

En este caso se presentó una termoclina bien definida entre los 30 y 100m de profundidad, con el cambio más notable entre los 30 y 42m después tiende a suavizarse alcanzando una pendiente mucho menor y ya sin cambios. La temperatura inicial fue de 25.19°C y la final de 13.87°C. A partir de los 100m no se presentaron mayores cambios aunque se mantuvo la tendencia a descender (Fig. 48b).

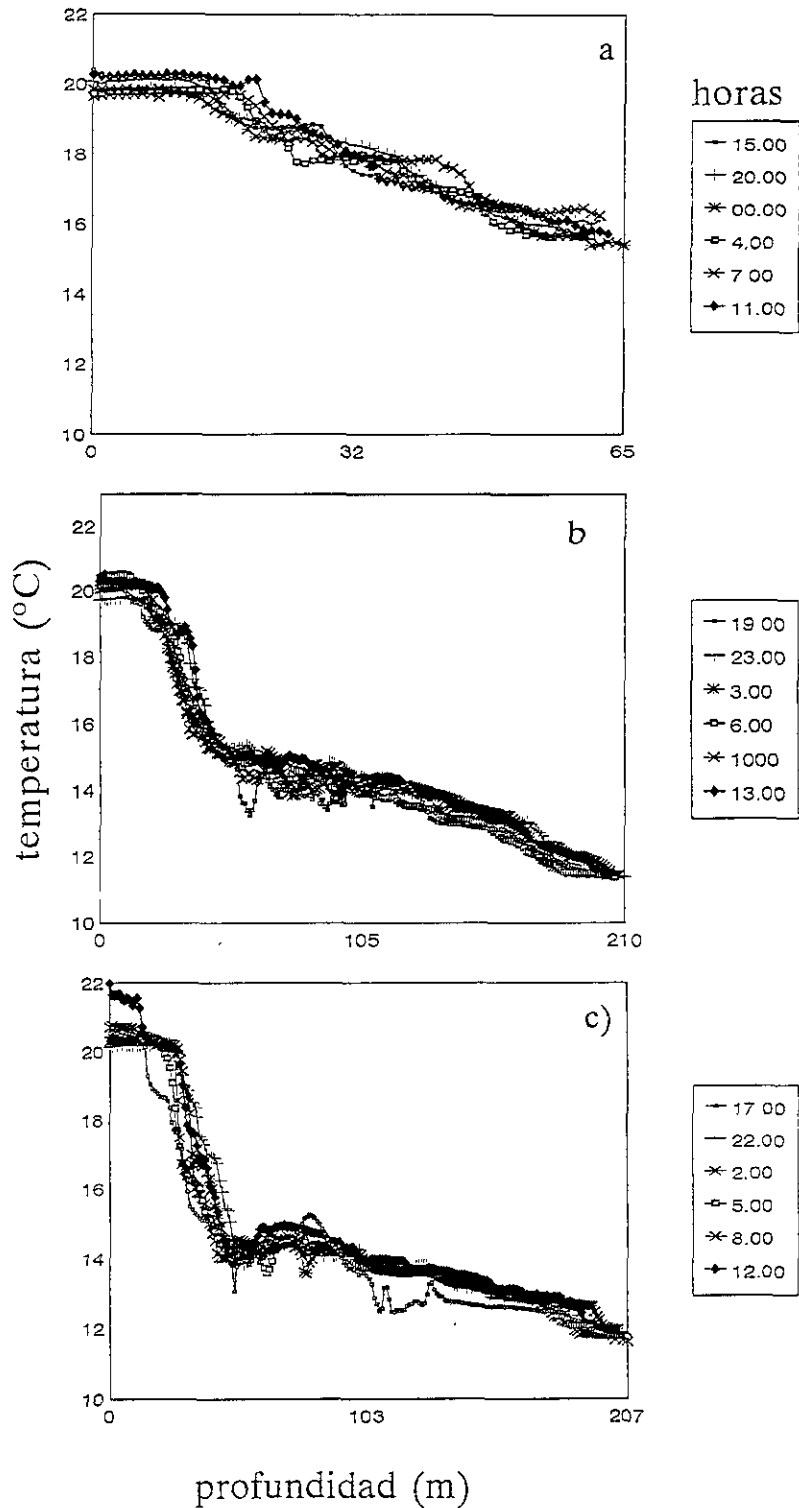


Fig.47.- Perfiles verticales de temperatura obtenidos en las tres regiones de muestreo en la zona centro transecto 4(área de Bahía Asunción, B.C.S.)durante un ciclo de muestreo (a:nerítico, b:talud, c:oceánico).

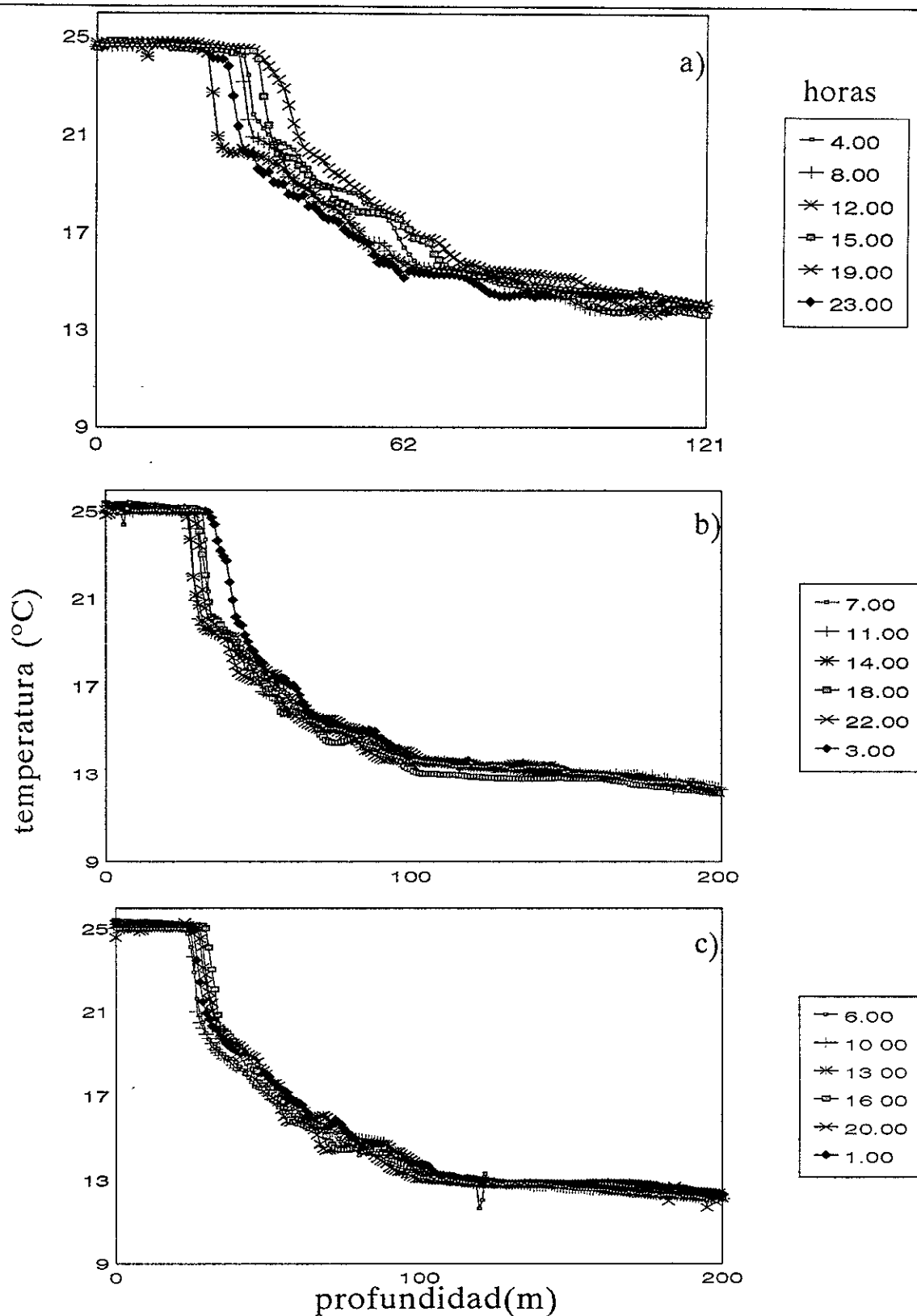


Fig. 48.- Perfiles verticales de temperatura obtenidos en las tres regiones de la zona sur transecto 1 (área de Punta San Lázaro, B.C.S) durante un ciclo de monitoreo de 24 horas (a:nerítico, b.talud, c:oceanico).

oceánico

Presentó la termoclina más definida y consistente, iniciando aproximadamente a los 32m y concluyendo a los 110m, similar a la anterior. Los datos tomados a diferentes horas están más agrupados, con una mínima dispersión. La temperatura inicial fue de 25.23°C y la final de 13.84°C. Puede apreciarse para las tres regiones una notable homogeneidad en la temperatura inicial, mientras que en el talud y el oceánico coinciden la final, siendo más fríos que en la región nerítica (Fig. 48c).

5.10 Haloclinas

En contraste con la temperatura la salinidad sí aumentó en función de la profundidad de manera casi lineal. La mayor diferencia entre las salinidades promedio inicial y final se produjo en el transecto centro 2 en la región oceánica, siendo 0.8 veces más salino en la capa profunda que en la superficie. En contraste el menor cambio entre los registros se dió en el transecto centro 1, región del talud con 0.02 de diferencia. En general el resto de los cambios en la salinidad ocurrieron dentro del intervalo normal de variación reportado para esta zona (De la Lanza , 1991).

5.10.1 Norte 3

nerítico

En todos los registros se desarrollaron perfiles que no mostraron un cambio en relación con la profundidad ya que los valores de salinidad variaron de 33.3 a 33.5 con la excepción de los datos obtenidos de las 17h a las 4h en donde al aumentar la profundidad la variación ocurre de 33.15 a 33.7 en no más de 11m. A excepción de estos, los datos se agruparon en torno a las 33.4 (Fig. 49a).

talud

Inició a los 33.4 con un ligero descenso, ascendiendo después a lo largo de la columna hasta alcanzar 34.21 al final del muestreo (207m), hubo concordancia en todas las series (Fig. 49b).

oceánico

Tuvo una similitud a la desarrollada en el talud, tanto su comportamiento general y los valores iniciales y finales. En todo caso a partir de los 100m hubo mayor disgregación en los datos, teniendo mayores variaciones entre una lectura y otra lo que implica mayor variabilidad a lo largo del ciclo en ese intervalo de profundidad (Fig. 49c).

5.10.2 Centro 3

Este transecto tuvo una dinámica distinta en comparación con las otras en donde se desarrollaba típicamente

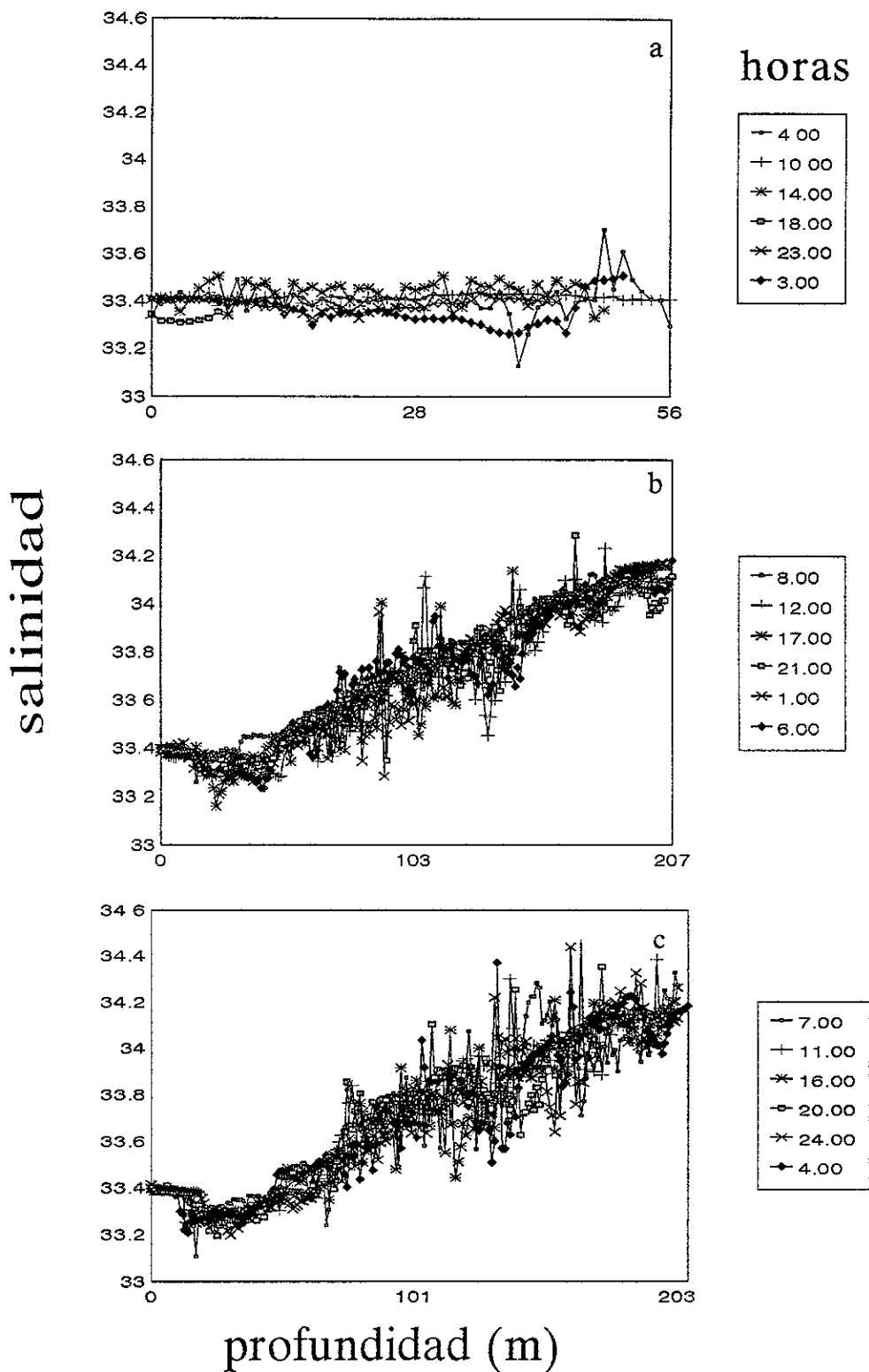


Fig. 49.-Perfiles verticales de salinidad obtenidos en las tres regiones de la zona norte transecto 3 (área de Bahía San Ramón, B.C.) durante un ciclo de muestreo (a:nerítico, b:talud, c:oceánico).

para esta variable. nerítico Disminuyó en relación a la salinidad, iniciando con 33.1 a los 19m como mínimo tomado a las 13h. Asimismo, los datos estuvieron mucho más dispersos. La única serie que se desarrolló normalmente ocurrió a las 13h, alcanzando su punto más alto (33.9) poco antes de llegar al fondo (Fig. 50a). Cabe señalar que fue aquí donde se presentaron los valores extremos.

talud

En el talud se presentó un evento similar. A excepción de la línea correspondiente a las 01h hay una separación clara entre dos grupos de valores, con la haloclina presente a partir de los 88m y otra a los 134m con un máximo de 34.5. En general esta gráfica tuvo una variabilidad en las mediciones hechas en las mediciones hechas a las 5 y 18h y en los estratos más profundos. En la medición efectuada a las 01h se mantuvieron valores altos muy irregulares hasta la mitad de la columna, aumentando después moderadamente (Fig. 50b).

oceánico

Presentó en la mayoría de los registros un comportamiento con tendencia a mantenerse dentro de los 33.4 a 33.6 en los primeros 100m. A partir de esta profundidad comienzan a diferenciarse y ascender hasta los 34.7 hacia los 205m. La serie tomada a las 5h tuvo frecuentes variaciones sobre todo al rebasar los 130m; en tanto que la serie obtenida a las 01h alcanzó el valor máximo una menor profundidad (Fig. 50c).

5.10.3 Centro 4

nerítico

La región nerítica presenta una variación de 0.6 con la lectura más baja registrada de los 20 a los 63m. La posición de la termoclina, su magnitud y profundidad variaron con un aumento de la profundidad al avanzar el período. La serie que presentó más inestabilidad correspondió a las 4h. En contraste la lectura tomada a las 20h tuvo los valores más altos en promedio (Fig. 51a).

talud

Desarrolló un perfil ya observado en otras gráficas, con un descenso inicial hasta alcanzar el mínimo, un incremento rápido aproximadamente hasta los 110m y una disminución posterior a partir de los 120m. Las condiciones registradas de salinidad a las 6 y 23h tendían a dispersarse de los valores centrales, pero conservando el mismo patrón. Los valores máximos y mínimos fueron registrados a las 23h a los 46m y el máximo a las 10h y 21m de profundidad (Fig. 51b).

oceánico

no se reportaron mayores diferencias con el talud; la haloclina está igualmente bien definida con un incremento

de 3.32 a 34.3 en un intervalo de 87m e igualmente disminuye para conservarse alrededor de 34.6, la mayor dispersión de datos ocurre antes de los 104m, aunque difiere poco del comportamiento general (Fig. 51c).

5.10.4 Sur 1

nerítico

Continuó el patrón de los transectos anteriores. También hay semejanzas entre las regiones, ya que se observa inicialmente un periodo de estabilidad a partir del cual ocurre un descenso de 0.8 empezando aquí a manifestarse propiamente las haloclinas, estas a su vez ocurren abarcando amplios intervalos de profundidad estabilizándose hacia el final de la lectura. Los valores máximos iniciales fueron de 33.48 (51m) y el máximo de 34.68 con una marcada tendencia a aumentar. En esta región al igual que las termoclinas el perfil menos estable fue el nerítico, en donde el cambio ocurre desde los 28m (12h) hasta los 43m (23m) (Fig. 52a).

talud

Con menor variación en sus datos (exceptuando las 3h) iniciando a los 58m y terminando aproximadamente a los 162m con salinidades de 33.46 y 34.73 respectivamente. se observó una separación mínima de la lectura efectuada a las 3h (Fig. 52b).

oceánico

Similar al talud tanto en intervalos de profundidad y valores de salinidad, la lectura de las 01h también tiende a separarse de las demás aunque no ampliamente (Fig 52c)

5.11 Relaciones organismos-parámetros ambientales.

La tendencia general entre la abundancia por transectos en relación a la temperatura y salinidad se muestran en la Fig. 53. Se observa que en un extremo la menor densidad de pelágicos menores se encuentra asociada a los mayores valores de temperatura y salinidad, correspondientes a los transectos de la zona sur, en tanto que en el otro extremo hay un conjunto de datos agrupado alrededor de un intervalo de temperatura en el cual se ubican las máximas densidades(transecto c4) se relacionan con bajas temperaturas, pero altas salinidades, similares al transecto 1. Los transectos de la zona norte y parte de la zona centro tienden a concentrarse dentro de un intervalo de temperatura entre 12.5 y 16.5 °C y de salinidad entre 33.45 y 33.65. La tendencia entonces sugiere que hay una preferencia de este grupo de especies por habitar aguas cuya temperatura y salinidad oscilen entre los valores arriba mencionados.

Si se consideran separadamente las variables (ln individuos/ha vs temperatura. y salinidad) se observó lo siguiente:

Graficando la temperatura como variable independiente vs. ln densidad (Fig. 54a) se observa que 5 de los 9

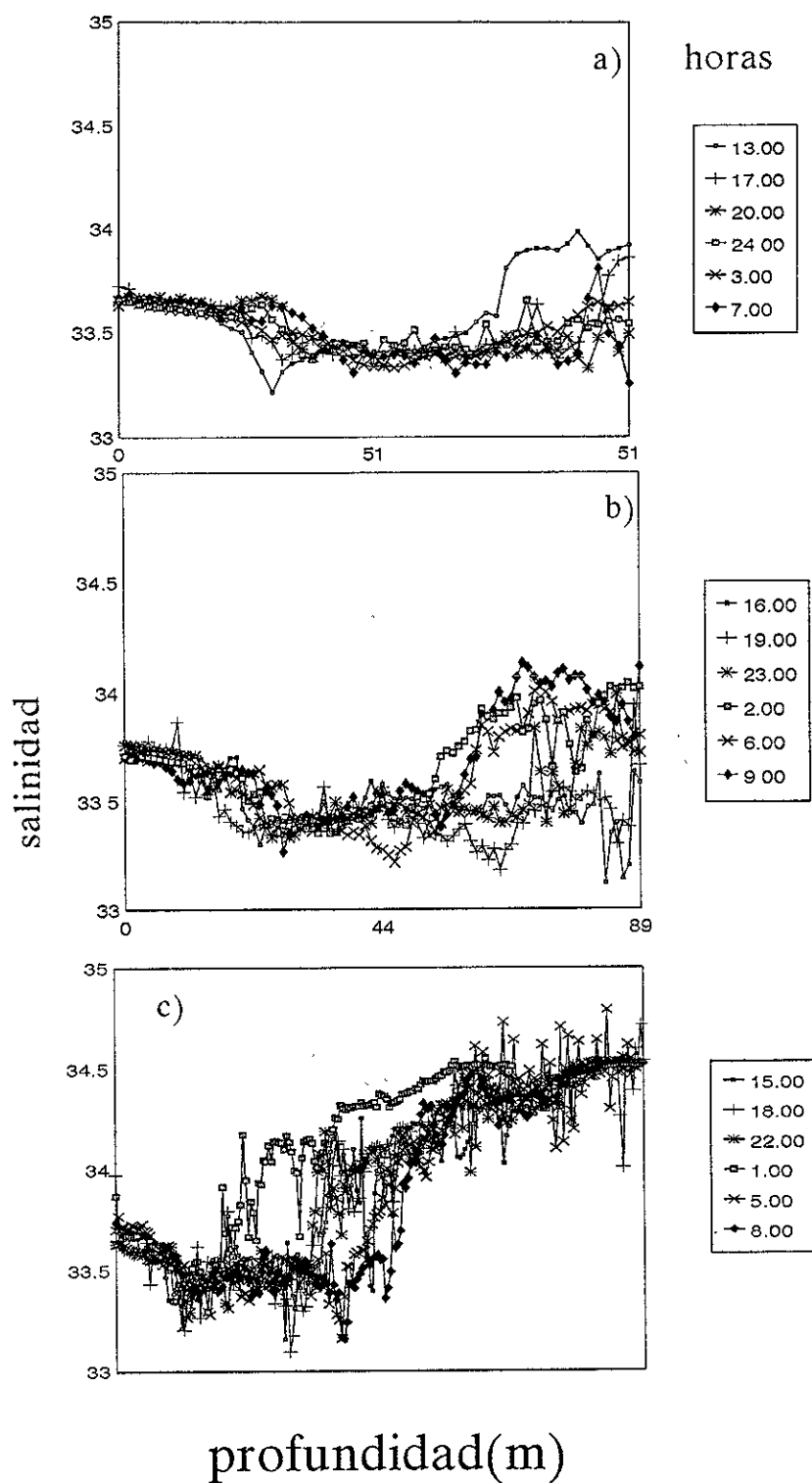


Fig. 50.- Perfiles verticales de salinidad obtenidos en las tres regiones de la zona centro transecto 3 (Bahía San Cristobal, B.C.S.) durante un ciclo de muestreo (a:nerítico, b:talud, c:oceánico).

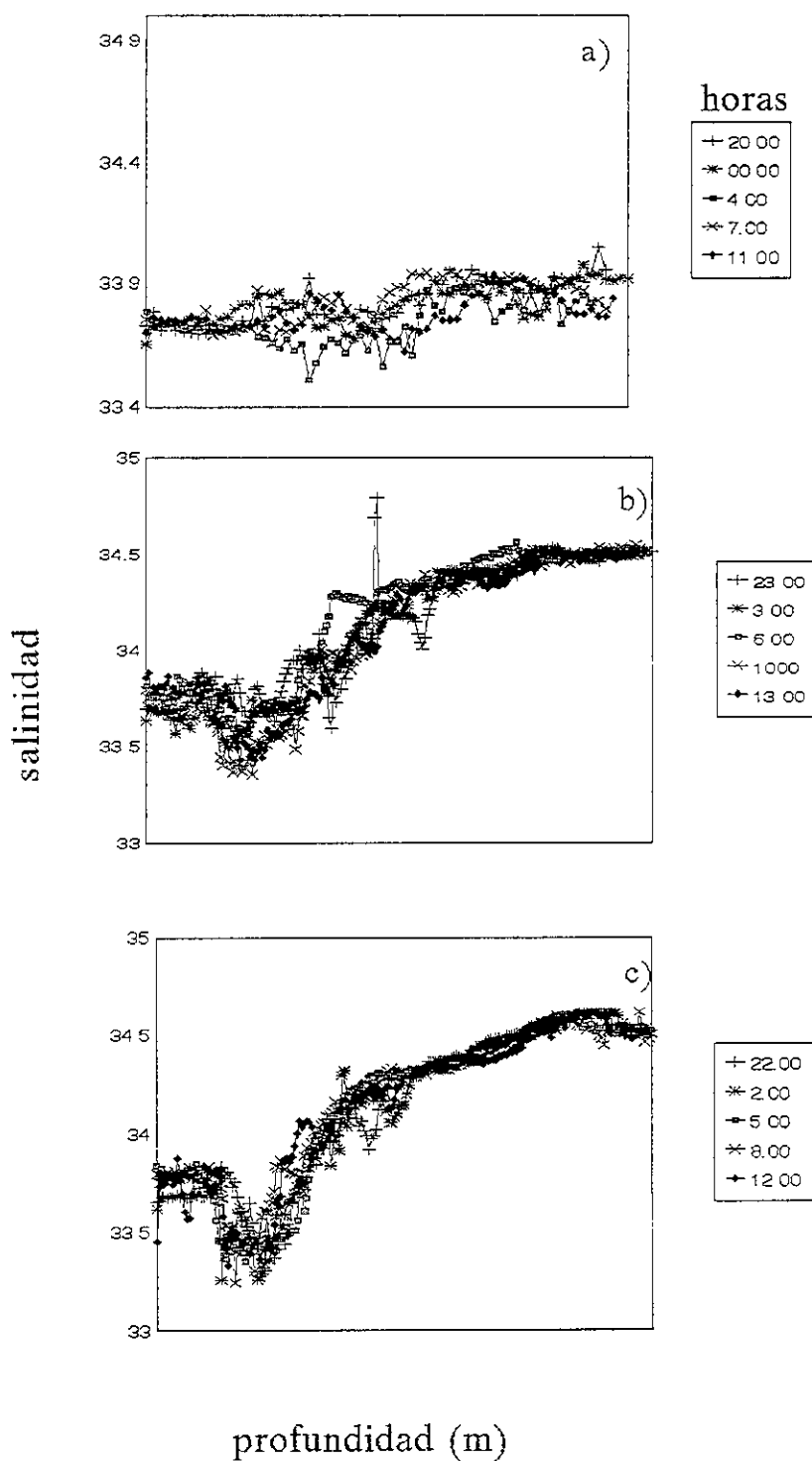


Fig. 51.- Perfiles verticales de salinidad obtenidos en las tres regiones de muestreo de la zona centro transecto 4 (área de Bahía San Ramón, B.C.S.) durante un ciclo de muestreo (a:nerítico, B:talud, c:oceánico).

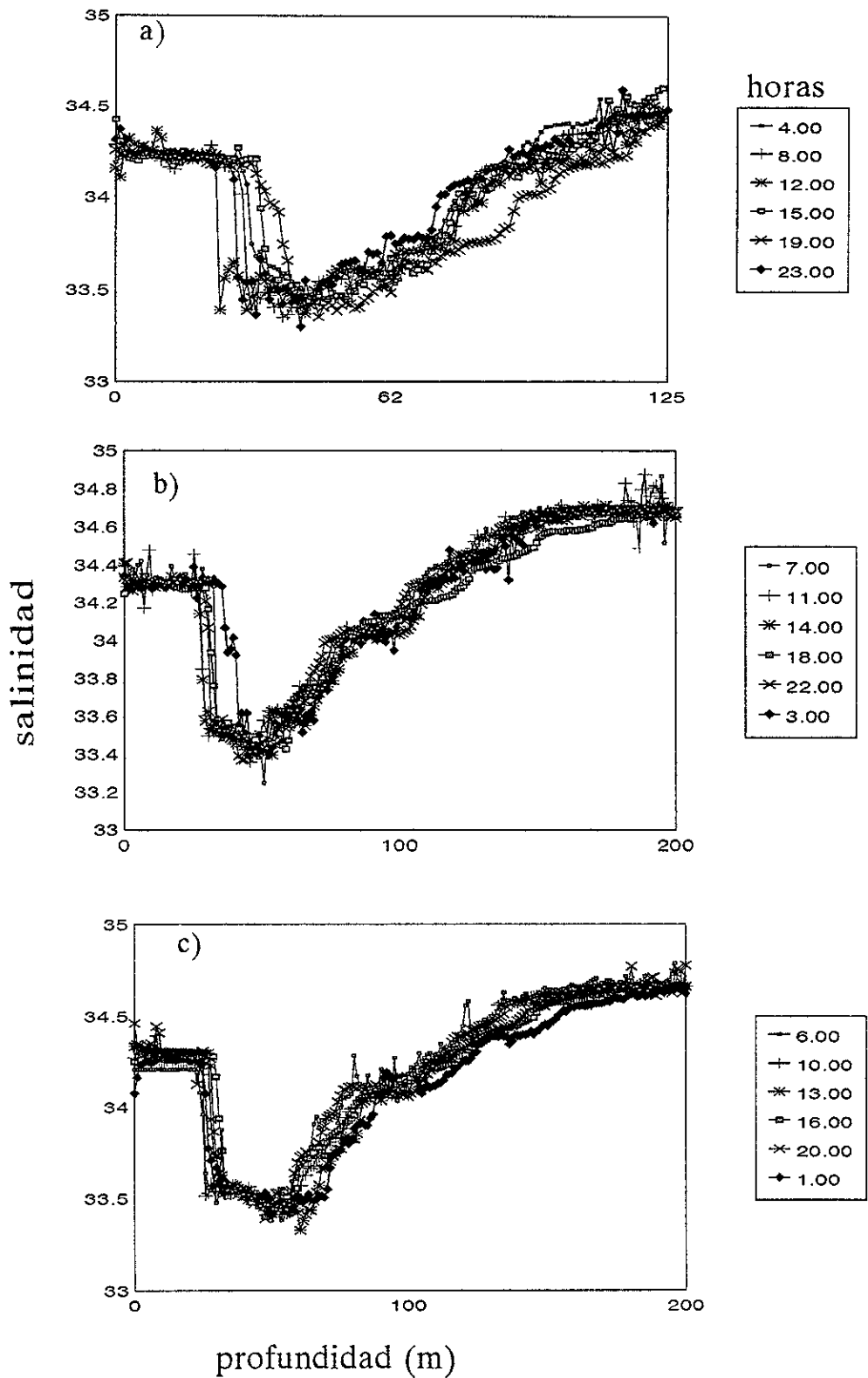


Fig 52.- Perfiles verticales de salinidad obtenidos en las tres regiones de la zona sur transecto 1(área de Punta San Lázaro, B.C.S.) durante un ciclo de monitoreo de 24 horas (a:nerítico;b:talud;c:oceánico).

datos se concentran en la región izquierda de la figura y la densidad disminuye progresivamente semejando una curva sinusoidal.

El valor de correlación fue -0.710 y un 77% de los puntos caen dentro de los límites de confianza (Fig. 54b), siendo estadísticamente significativo por lo que se rechaza H_0 y dado el carácter negativo de la pendiente se puede suponer una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la abundancia de pelágicos menores. No obstante, los coeficientes ajustados de correlación muestran un valor bajo de asociación por lo que es posible asumir que el modelo lineal describe sólo parcialmente la relación entre ambas variables, dado que la densidad se incrementaba a partir de los 12.8°C declinando al alcanzar 14.5°C , comprendiendo un rango de temperatura de 1.7°C

En el caso de la salinidad como factor asociado a la distribución (Fig. 55) no hay un patrón regular evidente, dado que los valores tienden a dispersarse, aunque hay una relación entre la ubicación del transecto (norte, centro, sur de la península) con el incremento en salinidad. No parece ser un factor principal en la distribución de densidad de peces, ya que en un intervalo muy cercano de salinidad coinciden los transectos donde coexisten las mayores y menores abundancias, por otro lado de la zona norte a la zona sur el aumento no es mayor a 0.7 .

Tendencias por transectos

Si se observa la asociación entre la temperatura y la abundancia en los transectos con mayores y menores registros (fig 56 a-d.) puede encontrarse que en los transectos n3 y c3 el valor de correlación fue bajo y estadísticamente no significativo, no obstante, en el transecto c4 si se encontró una asociación estadísticamente significativa, lo cual supone que si están relacionadas estas variables. En el transecto sur 1 no hubo valores importantes, por lo que no se encontró correlación, presentando este transecto la mayor dispersión de datos alrededor de la recta.

5.12 Relaciones entre grupos de organismos

Tendencia general

Se evaluaron las abundancias entre transectos y por período para los tres grupos principales de organismos colectados en la red I-K e identificados en la ecosonda, esto es, peces (sardinas y anchovetas principalmente), langostillas (*Pleuoncodes planipes*) y zooplancton (eufáusidos), y comparándolas entre sí para determinar tendencias comunes en los patrones de distribución. Una de las primeras observaciones es que con respecto a los otros dos grupos de especies la densidad de pelágicos no sólo es la más baja de las tres, sino que en los

Fig. 53.- Densidad de ecos de pelágicos menores vs temperatura y salinidad.
Variación por transectos (5-100m).

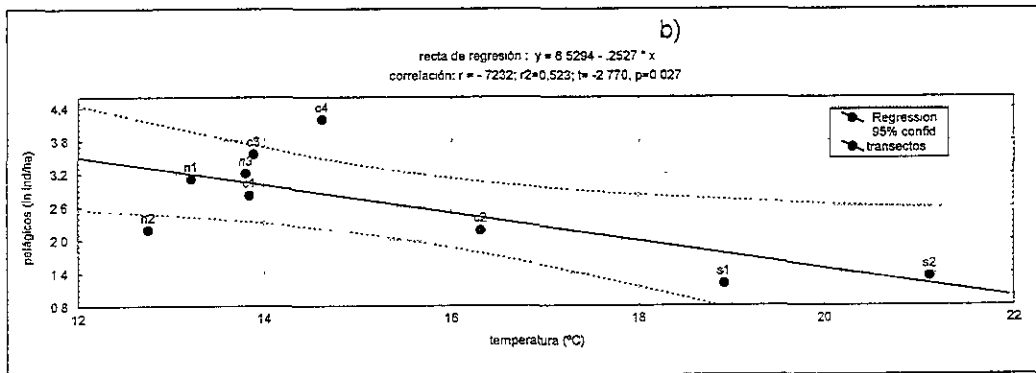
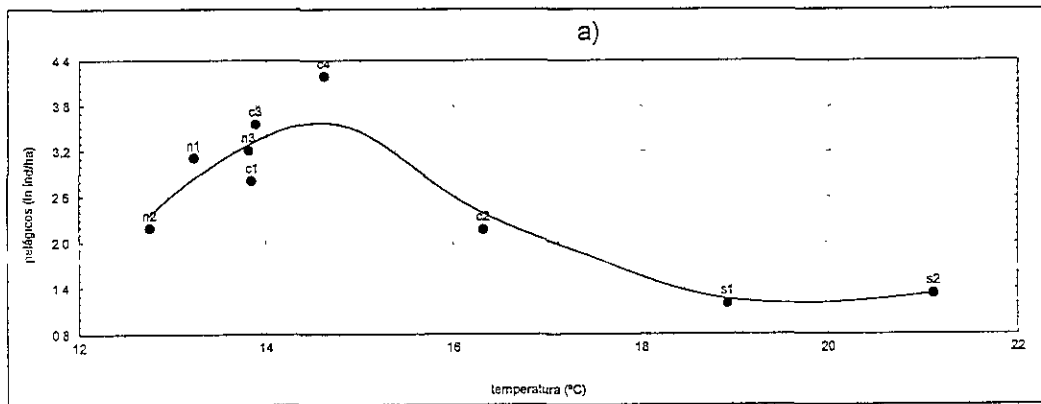
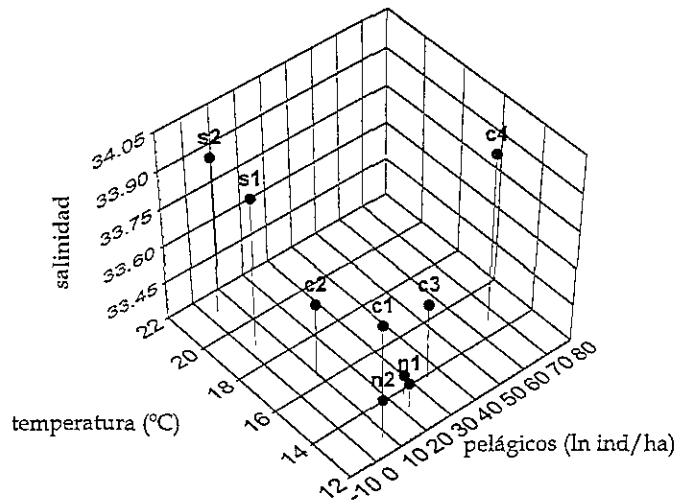


Fig. 54.- Densidad de pelágicos menores vs temperatura en los transectos de muestreo (a: valores originales, b: recta de regresión).

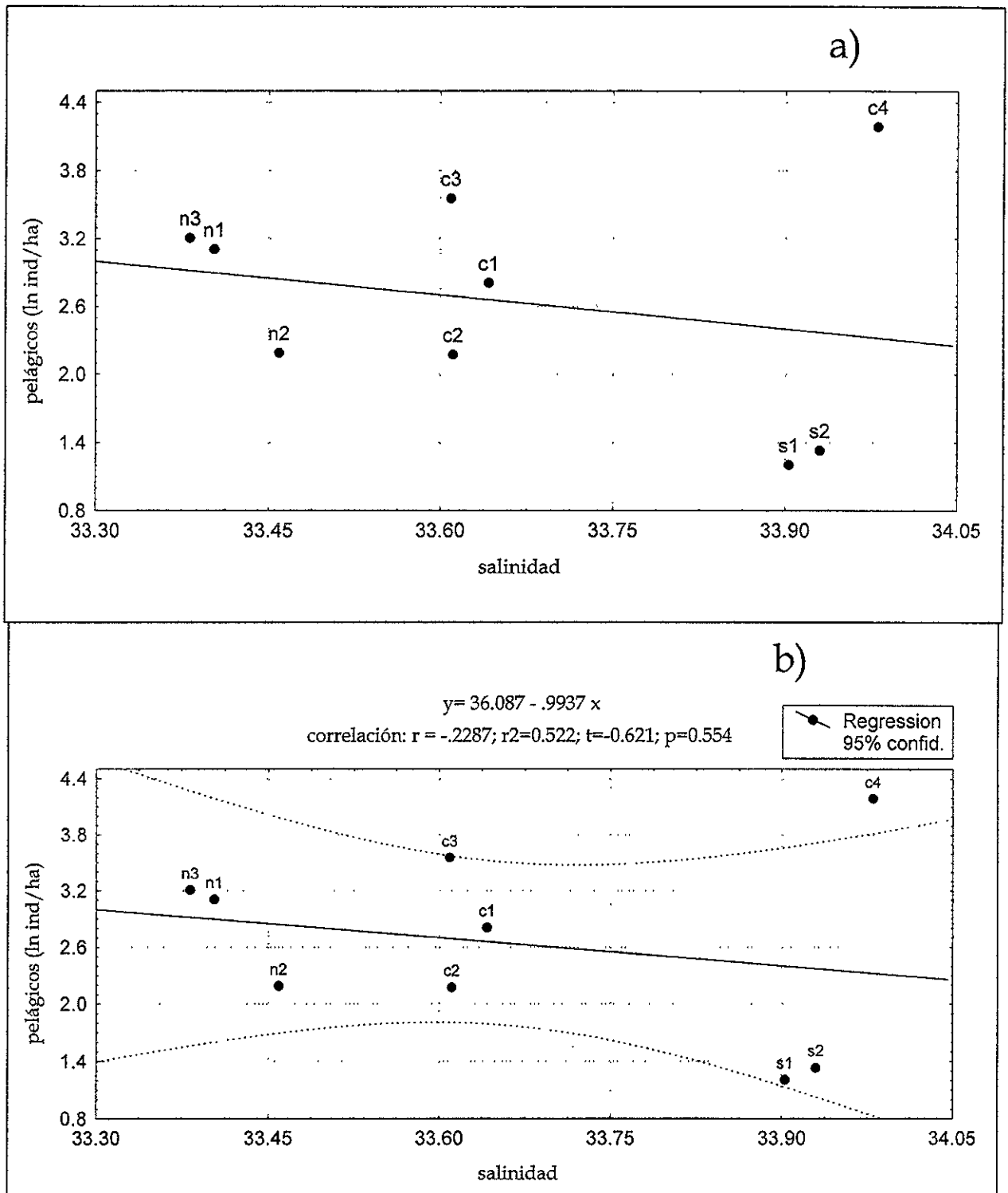


Fig. 55.- Densidad de pelágicos menores en función de la salinidad en los transectos de muestreo (a: valores originales, b:recta de regresión)

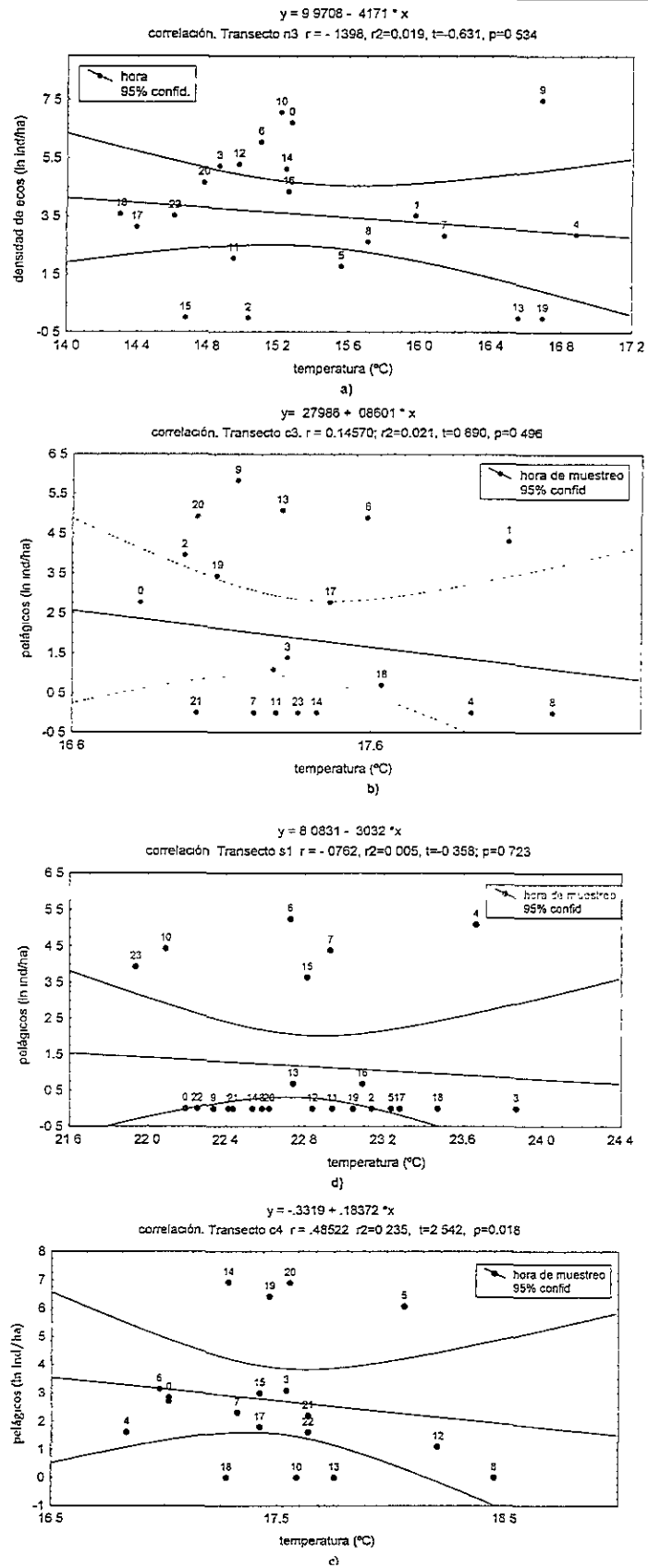


Fig 56.-Rectas de regresión de temperatura en función de la densidad de pelágicos menores en los transectos con mayor y menor abundancia

transectos de la zona sur apenas se obtuvieron registros (Tabla 19) manteniendo ese patrón en los nueve transectos y siguiendo en orden ascendente el grupo de la langostilla y el grupo del zooplancton. Este comportamiento se mantiene de manera general en todos los transectos.

Tabla 19.- Densidad media por transecto de los principales grupos de organismos ecodetectados en ambos períodos y estratos.

transecto	peces (-38 a -42 dB)	langostilla (-44 a -52dB)	zooplancton (-54 a-62 dB)
n1	22.420	80.238	273.417
n2	8.23	11.857	771.240
n3	24.77	50.653	1250.126
c1	16.60	956.841	848.101
c2	8.810	153.392	972.626
c3	35.057	1413.748	827.989
c4	66.088	2423.351	1554.641
s1	3.343.	61.374	1071.698
s2	3.796	878.824	803.518

Relacionando los tres grupos de organismos (Fig. 57) se observa que las densidades más altas se producen en el grupo del zooplancton y de la langostilla. En contraste el valor máximo de densidad de pelágicos menores sólo alcanza el 50% de la densidad de los dos primeros grupos. El patrón indica que la zona sur mantiene bajas densidades y los transectos n3, c3 y c4 las mayores, siendo similar a la relación de pelágicos con temperatura y salinidad.

En la fig. 58 se puede observar la distribución de peces (ecos fuertes) en función de zooplancton (ecos débiles) en los 9 transectos. Destaca el hecho de que la densidad del primer grupo es notablemente menor. En 7 de los nueve transectos la densidad de langostilla se agrupa dentro de un intervalo que varía de 800 a 1400 ind/ha, en tanto que los de peces abarca una variación de 3 a 40 ind/ha. Los dos transectos que se separan del grupo son el transecto c4, que coincide en la mayor densidad de peces y zooplancton, y el transecto n1 con una baja densidad de peces y alta de zooplancton.

La prueba de correlación efectuada arroja un valor de asociación muy bajo, el valor de "p" correspondiente es mayor al valor límite, por lo que no se considera estadísticamente significativa y se acepta H_0 . Esto es, con el modelo empleado no se encontró asociación evidente entre las variables. Comparando los mismos valores de densidad de ecos de pelágicos vs ecos de intensidad media, (grupo de la langostilla, Fig. 59) hay una tendencia

Fig. 57.-Densidad de pelágicos menores/zooplancton y langostillas
Variación por transectos

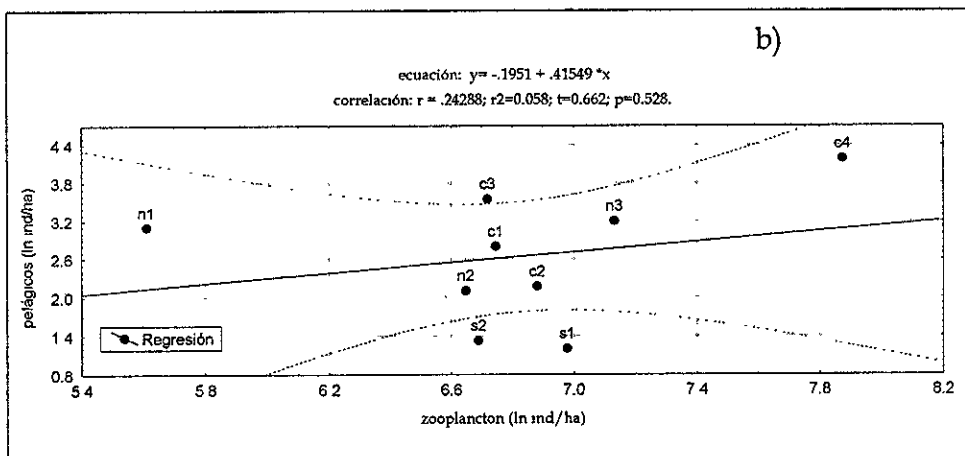
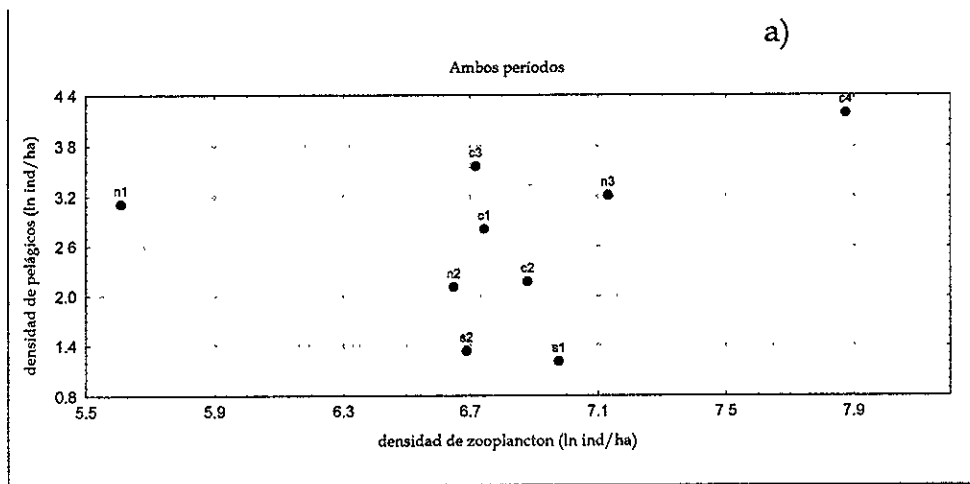
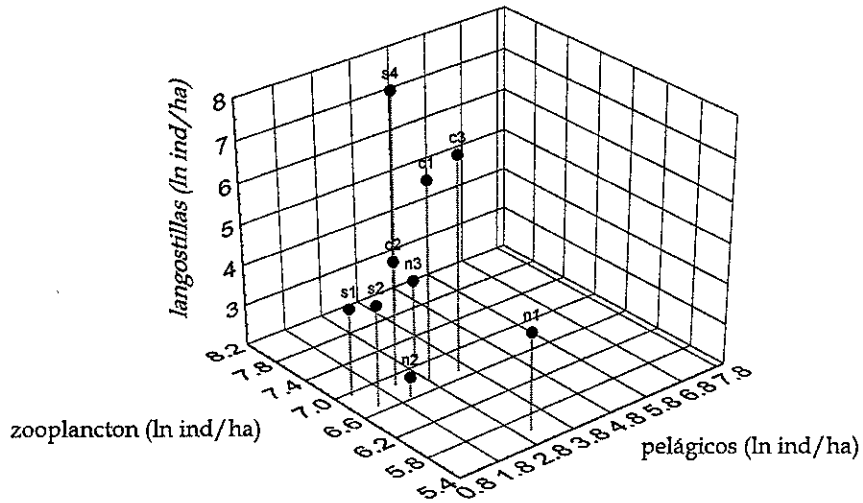


Fig.58.- Densidad de pelágicos menores vs zooplancton en los transectos de muestreo (a: valores originales, b:recta de regresión).

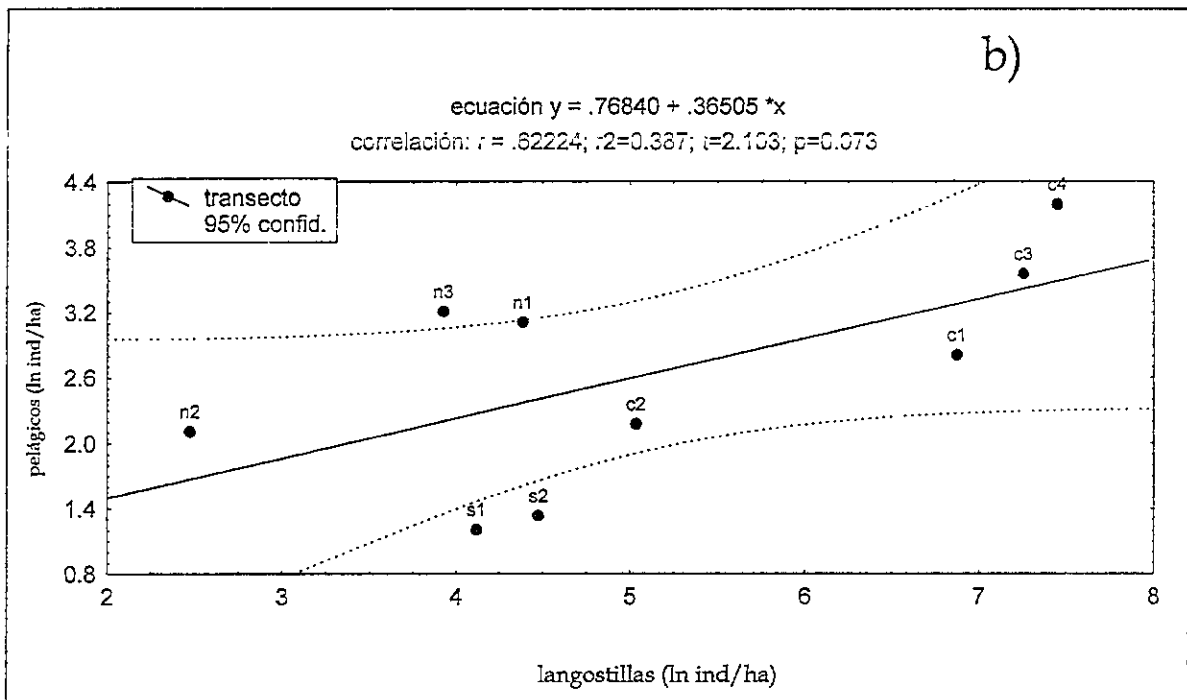
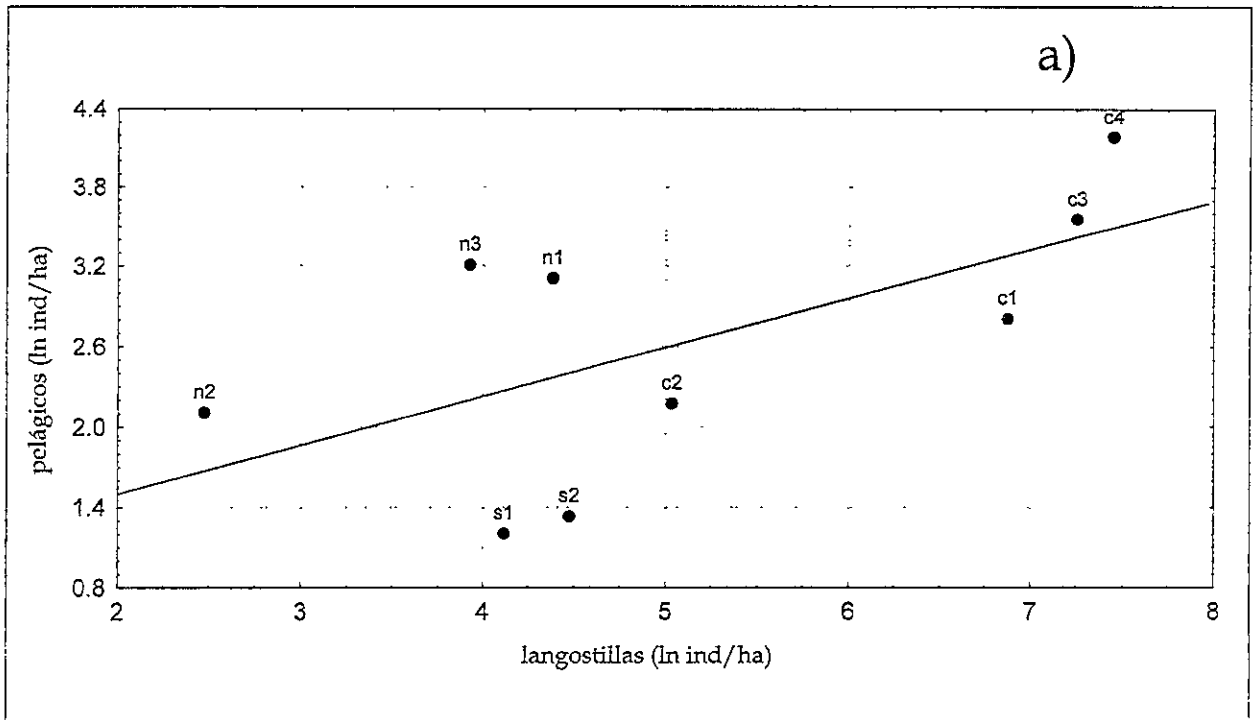


Fig. 59.- Densidad de pelágicos menores vs densidad de langostillas (*P. Planipes*) de en los transectos de muestreo (a: valores originales, b: recta de regresión)

de la densidad de peces a incrementarse en función de la de langostillas. Los transectos de la zona norte parecen excluirse, nuevamente el transecto c4 y c3 son los más abundantes para ambos grupos, mientras que la zona sur vuelve a presentar los más bajos.

A manera del zooplancton la densidad de peces es menor a la de langostillas. El intervalo de variación para el primer grupo es de 3 a 24 ind/ha y para el segundo grupo de 50 a 170 ind/ha. Se obtuvo un coeficiente de 0.622 y un valor de "p" = 0.073, valor que se encuentra en la región crítica de decisión estadística, por lo que se acepta H_0 , si bien con la precisión anterior.

Tendencia por transectos (fig. 60)

La correlación de la abundancia de pelágicos con zooplancton presentó en los transectos n3, c3 y c4 presentó mayores valores que al relacionada con la temperatura, siendo en los tres casos estadísticamente significativa, de la misma manera es el transecto c4 el que tuvo el mayor coeficiente de correlación, la dispersión de los datos alrededor de la recta de regresión fue baja en los tres casos. El transecto s1 tuvo una mayor correlación que con la temperatura, pero tampoco fue significativa estadísticamente. Por tanto, es factible asumir que dentro de la variación interna de los transectos el incremento en la densidad de peces está relacionado con un incremento en la densidad de zooplancton, y esta tendencia se manifiesta más claramente en los transectos c4 y c3.

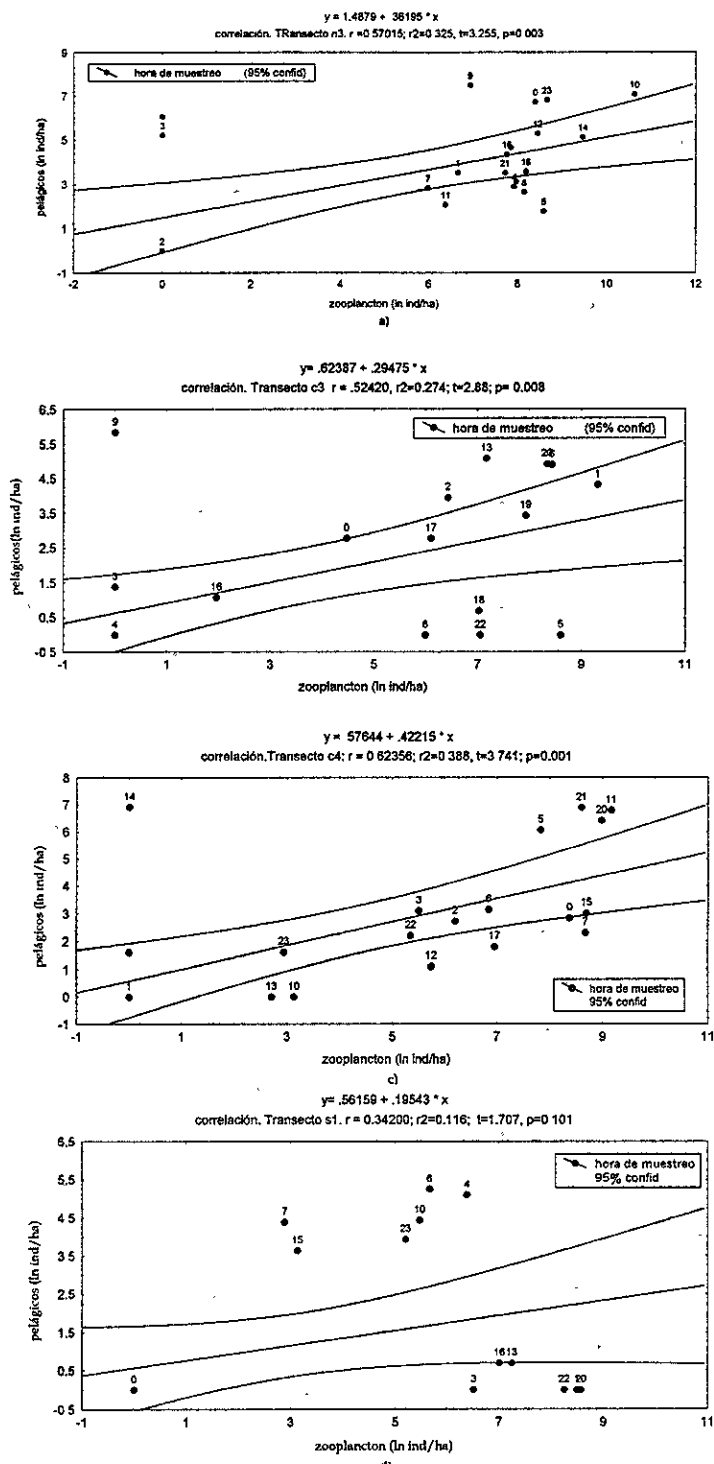


Fig.60.- Rectas de regresión de densidad de pelágicos menores en función del zooplancton en los transectos con mayor y menor densidad

6.- DISCUSIÓN

6.1 Condiciones oceanográficas

La costa occidental de Baja California se caracteriza por tener una variabilidad estacional de temperatura y salinidad en función de la predominancia de las corrientes. A nivel oceanográfico es, de hecho, una zona de convergencia tanto de estas como de masas de agua templadas y subtropicales (Reid, 1960). Al interpolar en un diagrama T-S la temperatura y salinidad obtenidas en los transectos n1 a s2 (norte, centro y sur de la península) se encontró que los valores de temperatura reportados para las dos primeras zonas están asociados a la masa de agua norteña, y caen dentro de los intervalos reportados para la corriente de California, con temperaturas menores a 20°C y 34 de salinidad (Cervantes-Duarte, *et al.* 1993). Solamente en los transectos de la zona sur la temperatura y salinidad del agua fueron mayores, y entran en el dominio del agua modificada de la corriente de California. En estas variables el gradiente encontrado permite inferir que existen 3 grupos diferenciados. El grupo I dentro del cual están comprendidos los transectos norte 1 y 2, (de Punta Santo Tomás a Punta Colnett) con aguas predominantemente frías, otro que abarca el transecto norte 3 y la zona centro (de Bahía San Ramón a Bahía Asunción), con aguas templadas, y otro que comprende la zona sur (Punta San Lázaro y Bahía Magdalena) de aguas más cálidas y salinas. Los resultados de las pruebas estadísticas apoyan la presencia de diferentes masas de agua. La distancia entre esta y la zona centro (195 mn) disminuye el radio de acción de la corriente de California, lo cual se refleja en el incremento en estos parámetros y la somete a diferentes condiciones oceanográficas. Dentro del esquema general de corrientes de la zona, el aporte de aguas cálidas proviene de la corriente norecuatorial, con un radio de influencia incluso hasta Bahía Vizcaíno, y de mayor intensidad en la porción sur (Sverdrup, 1942) esto conduce a identificar a esta corriente como la de mayor influencia en la zona sur, y refuerza la existencia de una región de confluencia de las dos corrientes (entre aguas frías y cálidas) en la zona centro, con un efecto condicionante en la distribución horizontal de los peces. Esto no es un comportamiento nuevo, pues tanto la región norte y central de la costa occidental de la península han sido caracterizadas como formadoras de surgencias. El comportamiento de estos parámetros también reveló la presencia de surgencias en la zona centro. El análisis de los perfiles de temperatura y salinidad superficiales reveló que la primera aumentaba al alejarse de la costa y de manera inversa la salinidad, lo que coincide con lo descrito por Gómez-Valdéz y Vélez-

Muñoz (1982) y puede indicar la presencia de surgencias costeras en la zona, generalmente más frías en la región nerítica que en el talud y mar abierto lo que explica así las bajas temperaturas. Si se comparan los datos obtenidos se observa que en los transectos c3 y c4 este comportamiento se manifiesta claramente, *por lo que las condiciones oceanográficas reportadas en estos transectos pueden estar relacionadas con eventos de surgencia costera de cierta intensidad.* Autores como Kelly y Blanco (1984) reportan valores de 13 a 17 °C y de 33.8 a 34.6 de temperatura y salinidad como indicadores de un proceso de surgencia costera bastante intenso, valores que fueron encontrados en la zona de estudio. Otros autores reportan datos similares en diversos puntos de la península, como Punta San Hipólito, en donde Cervantes-Duarte *et al.* (1993) encuentra que la isoterma de 13.5°C puede ser utilizada como índice de intensidad de surgencias, lo que coincide con los resultados encontrados en los transectos n3, c3 y c4. Así, en estas localidades pudieron haberse desarrollado surgencias costeras. La tendencia en temperatura tanto superficial como a 25 y 75 metros muestra que fue un año particularmente cálido. En este sentido Hayward *et al.* (1994) menciona que en este año se pronunció un restablecimiento gradual de las condiciones del agua después del evento "El Niño" ocurrido en 1992-1993, lo que podría explicar las anomalías positivas en temperatura y salinidad encontradas, aunque la presencia de la corriente de California en la zona norte y centro es dominante.

Es significativo señalar que los transectos más inestables (con mayor diferencia de temperatura día-noche) están asociadas a aguas templadas y las más estables a aguas cálidas, esto se explica si se observa que los procesos de calentamiento y enfriamiento pueden ser también una respuesta a la influencia de factores meteorológicos y no tanto al ascenso de aguas oceánicas (Torres-Moye y Acosta-Ruiz, 1986), lo que podría explicar las altas diferencias entre períodos halladas en los transectos de la zona norte (Punta Santo Tomás y Punta Colnett). En esta última localidad, Barton y Argote (1980) describen las condiciones hidrográficas durante un período de surgencia (junio de 1976), y concluyen que la intensidad de los vientos tiene un efecto determinante en la mezcla vertical, especialmente en la región costera. Esto explica el comportamiento encontrado en los transectos de la zona centro, bien que la acción-efecto de los campos de viento como factor de stress en el enfriamiento y recirculación de agua subsuperficial es uno de los factores principales en la formación de regiones de surgencias costeras y la regulación de su intensidad (Gill y Clarke, 1974; Hsueh y O'Brien, 1971)).

6.2 Composición de los ecogramas.

Los datos obtenidos y analizados a partir de los ecogramas muestran el movimiento vertical y horizontal de los pelágicos menores (identificados mediante su fuerza de blanco) durante el ciclo nictimeral, se estimaron algunas propiedades que los identifican. Se encontró que en relación a los dos principales componentes de la CDP (eufáusidos y langostillas) la proporción de ecos de peces detectados fue considerablemente baja y esta proporción se mantuvo prácticamente en todos los ecogramas estudiados. Tal relación también fue reportada por Blackburn y Thorne (1974) a partir de arrastres realizados en la localidad de Punta San Hipólito donde la langostilla *P. planipes* es el constituyente más habitual, seguido de *E. mordax* en una relación de 9:1, y aunque *P. planipes* no es un elemento de su dieta sí comparten presas comunes, como eufáusidos del género *Nyctiphanes* (Pérez, 1991). Esta proporción dentro de los componentes de la CDP parece ser una constante en la estructura de la comunidad pelágica de la región, en cuanto a cantidad de individuos por nivel trófico. En este contexto, debe considerarse que los pelágicos menores, y dentro de estos la sardina y la anchoveta no son residentes permanentes de la capa, sino que concurren a ella principalmente para alimentarse a diferencia de otras especies que sí son habituales, al respecto también se ha encontrado que las especies mencionadas anteriormente concurren a las porciones de la capa con mayor densidad de zooplanctones como una manera de optimizar el esfuerzo alimenticio (Robinson *et al.*, 1995).

En esta campaña no se obtuvieron datos referentes a formas de cardúmenes de pelágicos menores identificadas en los ecogramas, por lo que no se puede diferenciar este grupo con las agrupaciones de zooplancton, de hecho, en los ecogramas solamente se aprecian formas características de enjambres de *P. planipes* y diversas especies de eufáusidos, ambos constituyentes de la capa de dispersión. Se ha reportado en función de esto que la forma adoptada por los bancos de peces cuando están en busca de alimento generalmente tiene bordes concretos y mantiene una estructura compacta con orientaciones definidas (Scaliabrin y Massé, 1993; Petitgas y Levenz, 1996), a diferencia de los enjambres de zooplancton, que se caracterizan por presentar formas masivas con bordes poco definidos y sin orientaciones (Ritz, 1994). lo que es un elemento que nos permite apoyar el comportamineto observado.

En la mayoría de los ecogramas, y principalmente en los de los transectos con mayor abundancia detectada las imágenes obtenidas muestran los movimientos ascendentes y descendentes de una capa de dispersión profunda, representada mediante un continuo de individuos a lo largo del todo el transecto. Con base en los registros puntuales (figs. 21-29) pudo definirse una secuencia en el movimiento de migración vertical de pelágicos menores. El comportamiento más frecuente consistió en un incremento de la densidad en función del ciclo nictimeral, de tal manera que la tendencia general fue registrar en el día pocos individuos, los que se incrementaron al comenzar el crepúsculo con máximos en la densidad y extensión en la media noche hasta las primeras horas de la madrugada, a excepción de los transectos c3 y c4. Estos dos últimos transectos muestran comportamientos que difieren de los patrones esperados, particularmente en lo referente a la migración vertical, lo que conduce a pensar que presentan condiciones particulares que favorecen una presencia continua de pelágicos menores a lo largo de la columna. El comportamiento del resto de los transectos concuerda con lo reportado por otros autores (Helfman, 1993 *cit.* en Pitcher) sobre la migración vertical en pelágicos menores. En ciertos ecogramas se observaron pequeños grupos en el estrato de 5-50m, con un porcentaje de agrupación promedio menor al 60 por ciento, esto es, dentro del "paquete sónico" generado y recibido por el transductor, se encontró registrada una cantidad promedio menor a 24 peces, lo que equivale al porcentaje mencionado, de esta forma la presencia de pelágicos menores en la capa superficial en agrupaciones pequeñas puede sugerir que se encuentran indiferenciados dentro de la capa de dispersión. Los períodos luz-oscuridad, también modifican el proceso de migración, en función de su duración (Nelson y Perry, 1990), pero no se tomaron datos a este respecto. A nivel ambiental en esta campaña pudieron presentarse factores que parecen haber afectado tanto el proceso de migración como la distribución y el número de cardúmenes ecodetectados. La secuencia de fases lunares ocurridas es un punto importante, de tal manera que las flotas sardino y anchoveteras diseñan el período de pesca coincidente con períodos de luna nueva y cuarto menguante, cuyas máximas capturas se obtienen en períodos denominados "oscuros". En este aspecto se ha demostrado que la ausencia de luz natural beneficia las poblaciones de peces forrajeros, ya que al disminuir la visibilidad disminuyen también las posibilidades de ser detectado, y comido, lo que implica ventajas de sobrevivencia para la especie mientras se alimenta, y si se evalúa el costo de detectar alimento en la obscuridad es menor que las ventajas de protegerse (Pitcher y Parrish,

1993). Los porcentajes de agrupación de los cardúmenes que pudieron detectarse aumentaron en las regiones nerítica y talud de los transectos, esto concuerda con el comportamiento de *E. mordax* como una especie característica formadora de cardúmenes, encontrada cerca de aguas costeras (Escudero y Castellanos, 1990). El segundo aspecto está referido a la época del año en que se estudia a la población. En el otoño se produce uno de los picos de abundancia y desove de *Engraulis mordax*, esto es importante debido a que durante los períodos de desove estas especies tienden a disgregar los grupos en amplias zonas, quizá con el objeto de encontrar un área más propicia para desovar, y en consecuencia modificar la conducta de agrupamiento, lo cual es reportado por Picher (1982).

6.3 Asociación con zooplancton

La interacción entre este grupo de organismos y el zooplancton fue caracterizada parcialmente con los coeficientes de correlación. El carecer de muestras relativas a contenidos estomacales en esta campaña fue una limitante para evaluar la interacción pelágicos menores-zooplancton desde un punto de vista alimenticio. Sin embargo, es significativo mencionar dos hechos que señalan esta perspectiva. Resultados obtenidos en esta misma campaña por González (1996) y Domínguez (1997) muestran que el proceso de migración vertical de langostilla y zooplancton es similar, esto implica que durante el período nocturno el primer pico de densidad en el estrato superficial correspondía a individuos cuya fuerza de blanco estaba situada en el espectro de -54 a -56 dB, esto es, ecos de zooplancton, incrementándose consecutivamente en horas posteriores la abundancia máxima de peces y de manera inversa en las observaciones realizadas en la madrugada. Esto conduce a pensar que hay una relación entre la migración vertical de pelágicos menores y la del zooplancton (estructurado como capa de dispersión profunda) esto supone que *el movimiento de los cardúmenes de pelágicos menores está asociado a los desplazamientos de la capa de dispersión profunda (CDP)*. Relacionado con esto, un alto porcentaje de los muestreos de zooplancton, correspondía a ejemplares del grupo de los eufáusidos (euphausia: eucarida), principalmente *Euphausia pacifica* y *Nichthypanes simplex*. En los mismos transectos donde concurren mayores cantidades de pelágicos se encontraron también las mayores densidades de zooplancton y langostilla, y las correlaciones efectuadas muestran que *la abundancia de zooplancton influye de manera directamente proporcional en la abundancia de pelágicos menores* principalmente en los transectos n3, c3 y c4, son indicios de que puede haber

un enlace de tipo alimentario. En el transecto s1, la baja cantidad de datos no permitió efectuar una correlación, pero no debe descartarse esta conducta para explicar esta asociación. Robinson *et al.* (1998) menciona a una de las especies de esta familia, *Vinciguerria lucetia* (Garmann, 1899) como uno de los grupos dominantes de una capa de dispersión estudiada en Bahía Magdalena. Esta especie en particular fue obtenida en esta y en sucesivas campañas junto con altas cantidades de eufáusidos y langostilla como resultado de arrastres basados en la información de ecogramas cuyo análisis mostraba altas densidades y cuyas fuerzas de blanco predominantes eran también del orden de -54 a -56 dB.

Aún al carecer de muestras sería apresurado inferir que no existió una relación predatoria entre estos grupos ya que ha sido reportado que estos son el taxón subdominante en la composición alimenticia de *Engraulis mordax*, en especial de las clases de edad más avanzadas (Clark y Phillips, 1952; Loukashkin, 1970) no así de los juveniles ya que Berner (1959) plantea que la dieta, principalmente de las larvas, se compone de copépodos, estos últimos también colectados en las muestras. Trabajos anteriores mencionan que la omnivoría es una estrategia alimentaria frecuente dentro de los pelágicos menores, sin embargo James (1987) reporta para *Engraulis capensis* (Gilchrist) una selectividad con preferencia por el mesozooplankton en especial copepódos calanoideos y eufáusidos y extrapola este patrón a *E. mordax* por lo que si bien es factible encontrar este hábito probablemente no sea constante. En este aspecto, el comportamiento de este grupo observado en la campaña difiere de la teoría referente a que las poblaciones de clupeidos y engráulidos en áreas de surgencia se sostienen gracias a su habilidad para alimentarse directamente de productores primarios (Ryther, 1969; Longhurst, 1971) dado que si bien en otras regiones del mismo tipo (Corriente de Humboldt) la especie dominante *Engraulis ringens* opta radicalmente hacia la herbivoría como estrategia alimentaria principal en individuos ya desarrollados e inversamente en estadios larvarios (Arrizaga, *et al.* 1992). Sin embargo, es válido plantear la relación anchoveta-eufáusidos como recurso alimentario dado que ambos son grupos clave en este tipo de ecosistemas y mantienen una fuerte coexistencia asimismo, los resultados se ven apoyados por Baxter (1966), que sostiene que se trata de organismos indiscriminadores, de hábitos omnívoros y por Cushing (1978) que menciona que la dieta de *E. mordax* está compuesta por copépodos y eufáusidos por lo que la presencia de los cardúmenes en la capa superficial puede explicarse por la presencia de zooplankton en esta capa, con mayor facilidad en la búsqueda y obtención de alimento. En

el transecto c3, área de Bahía San Cristóbal, el orden de densidad se invierte por estratos (2.221 ind/ha en la capa superficial vs 2.451 ind/ha en la capa inferior) por lo que se deduce hubo un amplio rango de dispersión vertical de peces muy probablemente debido a una disponibilidad de alimento a todo lo ancho de esta, lo que conduce entonces a suponer la existencia de una alta disponibilidad de zooplancton masiva y lo suficientemente dispersa como para extenderse a un amplio intervalo de profundidad. En este trabajo se encontró que la abundancia no estaba relacionada con los cambios en esta, por esto no es probable que los cambios en la termoclina actúen directamente sobre los peces (por lo menos en su fase adulta), sea que la anchoveta y los otros pelágicos menores tienen rangos de tolerancia a la temperatura bastante amplios, los cuales superan los valores de termoclina descritos (Whitehead, *et al.* 1988).

6.4 Distribución de los organismos

El comportamiento esperado en este estudio era encontrar un gradiente en el cual la abundancia de pelágicos menores se produciría en función inversa al incremento de temperatura, y las porciones de la zona norte tendrían la mayor abundancia. Sin embargo, el patrón resultante mostró una tendencia diferente. En esta, 3 localidades concentran las mayores densidades de pelágicos menores, y corresponden a la zona norte 3 (transecto n3), Bahía San Cristóbal y Bahía San Hipólito en la zona centro (transectos c3 y c4 respectivamente). La agrupación para clusters y su validación estadística confirman un punto importante: que en las localidades asociadas a los transectos n3, c3 y c4 la abundancia de organismos es un indicador de condiciones particulares que propician su concentración. En general toda la región comprendida alrededor de Punta Eugenia e Isla Cedros se ha mantenido a lo largo de diversas campañas oceanográficas como la de mayor densidad tanto de pelágicos menores como de otros grupos, lo que sugiere que existen condiciones que favorecen este incremento. De los agentes ambientales considerados en este estudio, se encontró que la temperatura explica parcialmente esta distribución. Como se observa en los resultados (sección 5.12) este parámetro tiene una mayor relación con los cambios en abundancia que la salinidad, tanto a nivel intertransectos como en la variación interna de cada uno. Dentro de estos resalta un hecho interesante, los transectos n3, c3 y c4 tienen en común valores cercanos de temperatura y se muestra que el transecto c4 (fig. 56c) fue el que mayor valor de correlación tuvo con este parámetro ($r=0.485$). Aunque el valor ajustado explica poca variación en los datos, estadísticamente es significativo, lo que indica que *está involucrado con las variaciones en*

densidad. Ciertamente esta es por sí misma una variable que puede modificar los patrones de abundancia de pelágicos menores, ya que puede actuar como barrera ambiental. En apoyo a esto, Lluch-Belda (1995) propone este comportamiento para la porción sur de la península y el Golfo de California, y cuyo efecto sería modificar la conducta de migración y restringir el patrón de ampliación del nicho de *E. mordax* cuando aumenta su abundancia. En este caso, las especies de pelágicos menores típicas de la región comparten un intervalo de temperatura que va de 13 a 21°C, que puede disminuir hasta 10 grados para la anchoveta (Whitehead, *et al.* 1988), para la macarela puede aumentar hasta 24°C (Schaefer, 1980), por lo que pueden cohabitar en esta región al menos en su etapa adulta. En los transectos donde no se encontró esta tendencia el mecanismo que explique su distribución quizá se base en mecanismos de otra naturaleza. No obstante, y como los coeficientes de correlación lo demuestran, aún en los transectos mas abundantes no se puede atribuir toda la variación de los datos a un sólo parámetro, sino bien podría ser un indicador de eventos más complejos.

La zona de Punta Eugenia (zona centro) manifiesta tener una identidad oceanográfica diferente a las otras dos zonas de la península estudiadas. En este caso, tales características pueden estar relacionadas con su ubicación geográfica, al situarse en la región de transición entre las masas de agua norecuatorial y norña, cada una con propiedades particulares. La "hospitalidad" de la región para concentrar la mayor densidad de individuos podría deberse a la conjunción de aguas frías y cálidas resultado de esta transición, lo que puede producir modificaciones e incremento de los procesos de surgencias, ocasionadas usualmente por los vientos del Noroeste y por lo tanto una mezcla de nutrientes que favorezca el establecimiento de una trama trófica intensa (Chávez de Ochoa, 1975), esto último puede ser validado con datos de índices de surgencias para la zona (Bakun, 1983). Una opinión personal es que el enfoque apropiado para explicar esta abundancia es plantear la existencia de un conjunto de factores, de los cuales la temperatura es uno de ellos, que interactúen en estas localidades creando condiciones adecuadas para el establecimiento de stocks, y manifestadas en los procesos de surgencias. Bajo esta interpretación, la teoría de una ventana ambiental óptima representa una línea de investigación que podría explicar el patrón encontrado en este trabajo, esto es, la concentración de la abundancia de pelágicos menores en el área de Punta Eugenia, B.C.S no sería causada por eventos fortuitos o una fase en particular de su ciclo de vida sino por el desarrollo de una ventana ambiental óptima en la región comprendida entre los

transectos centro 3 y centro 4 (Bahía San Cristóbal y Bahía San Hipólito, B.C.S). así como en el transecto norte 3 (Bahía San Ramón B.C.) y definida parcialmente por un intervalo de temperatura que comprende isotermas entre los 13 y los 14.7 °C y por salinidades de 33.6 a 33.9. determinarían estos cambios. En relación a lo anterior, Lasker (1981), Cury y Roy (1989) y Bakun (1994), postulan que en las surgencias costeras (Eckman-type upwelling) existe una relación entre la intensidad de la surgencia y el reclutamiento anual de pelágicos menores, de tal manera que la máxima tasa de supervivencia de larvas se relaciona con un determinado valor de índice de surgencias, comportándose como una curva, lo cual ha sido observado para la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) y la sardina del pacífico (*Sardinops sagax caerulea*), y se produce como una estrategia del stock reproductivo de asegurar la supervivencia de la puesta. Es claro que con las solas características de la temperatura y salinidad superficiales no se puede definir totalmente a una ventana ambiental óptima, ya que hacen falta datos como índice de surgencias, campos de intensidad del viento, turbulencia, etc. que definen mejor a un evento de este tipo. Sin embargo, la dinámica observada para esta localidad no sólo en esta, sino en sucesivas campañas hace suponer que no es un comportamiento aislado, sino más bien una constante en la oceanografía local.

6.5 Interpretación de ecos

En esta campaña las capturas de peces fueron muy bajas, probablemente a que la red utilizada fue poco exitosa para capturar pelágicos menores, caracterizados por ser de gran rapidez. De esta forma, se obtuvieron ecos cuya fuerza de blanco los asocia a pelágicos menores, pero contando con pocos lances confirmatorios. Esto plantea los siguientes problemas: a) *¿Es posible obtener evidencia indirecta que apoye los datos acústicos y nos permita decir qué especie se ecoidentifica?* y b) *¿cómo ponderar adecuadamente los riesgos existentes para diferenciarlos de otros organismos típicos (principalmente macrozooplancton) y minimizar el error en las estimaciones?*. La segunda cuestión es más sencilla, ya que el zooplancton posee una fuerza de blanco de una intensidad mucho menor a la de los peces, quizá en la fuerza de blanco de algunos grupos de macrozooplancton puede haber cierta aproximación, ya que se encontró que ejemplares de *P. Planipes* registraron fuerzas de blanco de -46dB, valor bastante cercano al de nuestro intervalo de estudio. aun así el factor de error en este aspecto es minimizado. La primera cuestión, en cambio, es más compleja.

De este modo, hay indicios que relacionan los ecos identificados con especímenes adultos de

Engraulis mordax debido entre otros puntos a la coincidencia de las zonas de pesca de esta especie con los transectos de mayor densidad de ecos, al aumento en sus capturas para esta zona (García-Franco, *et al.* 1996), y porque dentro de la fuerza de blanco el intervalo más frecuente encontrado equivale a la talla de 24-26 cm, relacionado con ejemplares adultos de esta especie. De igual manera, de un total de 361 lances efectuados en 16 campañas en esta zona bajo la misma metodología la presencia de sardinas y/o anchovetas se ha producido en 73 lances (un 20 por ciento), y cuyos ecogramas correspondientes muestran altos porcentajes del intervalo de fuerza de blanco utilizado. Es verdad que para poder precisar con la mayor certidumbre una relación especie-fuerza de blanco es necesaria una validación con diferentes modelos así como la determinación experimental con muestras de gran tamaño. Sin embargo, los datos de campo provenientes de las campañas constituyen un soporte válido para fundamentar dicha relación.

6.5.1 Zonas de pesca

Uno de los transectos de mayor densidad se ubicó en la zona norte, zona donde García-Franco *et al.* (1995) reportan que para *E. mordax* la distribución de las mayores áreas de pesca se encontraban a 25 millas al Sur de Ensenada, a una distancia máxima de 55 mn de la costa, y que en nuestra área de estudio corresponde a los transectos norte 1 y norte 2, extendiéndose hasta el primer semestre de 1995. Por tanto, podría haber una relación entre los ecos registrados en la zona norte con individuos de *Engraulis mordax*, debido a que ha habido una pesca relativamente abundante de esta especie en la zona norte. En la zona sur, localidad de Bahía Magdalena la sardina monterrey (*Sardinops sagax*) tuvo la dominancia para pelágicos menores con 34,000 toneladas (García-Franco *et al.*, 1995), reportada como la especie más abundante y con presencia en todo el año. En base a esto, es mayor la probabilidad de que los ecos obtenidos provengan de esta especie. Dadas las características del lugar, la temperatura actúa restrictivamente para especies como la anchoveta, ya que esta tiende a preferir aguas más frías, y no favorece el establecimiento de poblaciones excepto durante la época de desove, al contrario de la sardina que se ve favorecida por aguas cálidas (Kawasaki, 1992). En apoyo a esto, las capturas anuales de pelágicos menores desde 1978 reportadas en la región (García y Sánchez, 1996) revelan que hay un comportamiento antagónico en la variación de los volúmenes de captura de sardina y macarela, es decir, en localidades donde predomina la

sardina se pesca poca anchoveta y viceversa. Entre estas dos zonas, el carácter de transición de la zona centro, deriva en una temperatura intermedia entre los extremos encontrados, lo que favorece el desarrollo de un hábitat propicio para la coexistencia de ambas especies. Estas observaciones sugieren que dentro del grupo de pelágicos menores existen cambios en la dominancia por especie a lo largo de la península en función de la latitud y parámetros ambientales con un predominio de la anchoveta zona norte y la sardina monterrey en la zona sur. De ser correcto este planteamiento podría explicar la diferenciación por especies en una región con tantas interacciones como esta y reforzaría el carácter de Isla Cedros y áreas adyacentes como una región multiespecífica para pelágicos menores, dado que estas especies tienen una alta competitividad por los mismos recursos alimenticios y mantienen una exclusión por el espacio particularmente en su etapa juvenil y adulta (Baxter, 1966). La zona centro no es una región de alta explotación pesquera, ya que reportes de captura señalan a Ensenada y Bahía Magdalena como las de mayor captura, con último término la región de Isla Cedros, (Félix-Uraga, *et al.* 1996). Probablemente el esfuerzo pesquero aplicado en esta zona es menor que en las otras dos debido a que no hay una adecuada infraestructura para procesar los desembarques. Al respecto Alvarado (1998, com. pers.) refiere que la lejanía de esta zona con los principales puertos pesqueros y centros de procesamiento del producto (Ensenada y Bahía Magdalena) encarece los costos finales debido al transporte y de ahí su baja explotación, aunque este no es un punto que entre dentro de los objetivos de este estudio.

Un argumento útil para correlacionar los ecos fue la comparación de los ecogramas correspondientes a esta campaña con los obtenidos en la campaña siguiente (SIMSUP VI) efectuada en marzo de 1995. Dado que se trabajó con la misma metodología y área de estudio es factible comparar ambos resultados. En esta campaña fue capturada *E. mordax* en los transectos norte 3 y 4, y la zona centro en su totalidad aunque nuevamente en baja proporción, con las mayores abundancias detectadas nuevamente en los transectos, centro 3 y centro 4. Como resultado de los arrastres efectuados se comprobó su presencia en la CDP principalmente en la capa superficial y durante la noche, con un máximo en el transecto en la madrugada (02 horas aproximadamente) lo que puede interpretarse como que *E. mordax* estaba presente en la capa, y hubo poca captura debido a otros factores, como se discutirá más adelante. El análisis de la composición por blancos de los ecogramas permitió encontrar una alta proporción de ecos fuertes (intervalo de -38 a -42 dB) asociados a organismos con un

tamaño que entra dentro de la fuerza de blanco teórica para la anchoveta en ejemplares adultos. Esto, aunado a que la mayoría de las muestras se concentraban dentro del grupo de 120 a 133 mm (variaciones desde 103 hasta 144mm) nos permite considerarlo también como una evidencia de que la fuerza de blanco propuesta para la anchoveta norteña es la correcta, y puede diferenciarse así de la sardina. Es interesante señalar que durante este crucero sólo fueron colectados 4 ejemplares pertenecientes a otras especies, uno de ellos una macarela joven (155mm) colectada en la zona centro además de la usual colecta de eufáusidos, langostilla y mictófidios, así como el avistamiento de cardúmenes de sardina dentro de Bahía Magdalena. De la misma forma, un punto importante en la discriminación de ecos son los datos de campo. lo cual lo vuelve un importante elemento de apoyo en la ecoidentificación de la especie.

6.5.2 Comparaciones acústicas

-La comparación de la fuerza de blanco para *Engraulis mordax* como de otras especies en función de las tallas de captura dominantes en la misma época es de gran ayuda para interpretar los datos de los ecogramas. En estas especies, la longitud patrón es un buen indicador para diferenciar la fuerza de blanco en función del tamaño, de este modo, en dos ejemplares de sardina monterrey y anchoveta norteña con la misma clase de edad colectados en la misma localidad la mayor fuerza de blanco la genera la primera, al tener una mayor longitud patrón. No obstante, y como se discutirá más adelante deben ser cumplidas ciertas condiciones respecto a los parámetros establecidos en la ecosonda, de hecho, a nivel natural se producen variaciones en el eco reflejado aún tratándose de individuos de la misma especie y longitud. En consecuencia, el factor de incertidumbre aumenta para identificar a una especie u otra si se considera solamente un valor puntual de fuerza de blanco. La macarela no se consideró dado que esta especie, al carecer de vejiga natatoria tiene una fuerza de blanco muy inferior a la de anchoveta y sardina en su estado adulto, del orden de -54dB por lo que pudo ser descartada. Gluyas-Millán (1989) encontró que para Bahía Vizcaino y Bahía Magdalena las tallas promedio de macarela fueron de 254 y 221.5mm (283 y 268mm de variación), que aunque es una longitud claramente mayor a la necesaria para generar una fuerza de blanco de -38 a -42 dB con en el sistema hidroacústico empleado, se ve disminuida por la característica ya mencionada. Por lo anterior, podemos afirmar que la fuerza de blanco de *Scomber japonicus* no corresponde con la fuerza de blanco propuesta y por lo tanto no es susceptible de ser confundida con la

correspondiente a sardina monterrey y anchoveta norteña. Ohshimo y Hamatsu (1996) han reportado para la sardina japonesa *Engraulis japonicus* una fuerza de blanco estimada de -31.08 dB/kg para una longitud de 100.3mm y de 37.07 dB/kg para 149.7mm, en tanto que Barange (1994) reporta un una intensidad de eco de -31.58 dB/kg para *Engraulis capensis*, para una longitud aproximada de 112.35mm. Al ser la talla promedio de individuos adultos de anchoveta norteña muy similar a los de esta especie, es razonable asumir que aunque realizadas en diferentes lugares y épocas del año estos datos proporcionan datos suficientes para relacionar la fuerza de blanco de estos con un intervalo de tallas que oscila entre 100 y 140mm. Inclusive, para la época de este estudio la longitud dominante de *E. mordax* era de 117mm. Aunque se han realizado trabajos en los que se reporta un espectro de intensidad para *E. mordax* que abarca desde -31 hasta -50 dB no se consideró prudente abarcar un intervalo tan amplio, ya que mientras más débiles sean los ecos aumenta la posibilidad de confundirlos con el macrozooplancton y tomar este grupo por ejemplares juveniles de peces, lo que resulta en una sobreestimación de la abundancia. En Bahía Magdalena la talla más frecuente de sardina capturada es de 165mm (Félix-Uraga *et al.*, 1996), a diferencia de la anchoveta, cuya longitud promedio obtenida fue de 136.4mm, de ahí que el valor típico de fuerza de blanco propuesto para *Sardinops sagax* (sardina monterrey) sea necesariamente mayor que para la anchoveta norteña y por lo tanto exceda la fuerza de blanco teórica para esta especie. Una numerosa serie de lances confirmatorios con red de media agua así como experimentos *in vivo* permitiría discriminar las diferencias entre especies, lo cual aportaría a futuro valiosos datos de comparación

6.6 Operatividad de la hidroacústica

A pesar de las ventajas que la hidroacústica tiene en el estudio de comportamiento de poblaciones de peces, existen condiciones que pueden limitar el alcance de los resultados como son el tipo de aparato utilizado, el comportamiento de los peces, y el diseño de los transectos. Uno de los aspectos que deben considerarse en esta investigación es la naturaleza de la ecosonda empleada. La utilización de una ecosonda de haz individual nos permite efectuar un barrido vertical del transecto y obtener una imagen bidimensional en donde se considera tanto la extensión de la mancha como su magnitud y /o anchura, en los que se caracterizan tanto movimientos verticales como en dirección costa-océano, algo de manera semejante a un "corte"

de la agrupación estudiada. Aún así el ecograma estudiado sólo nos proporciona información parcial, limitada por la superficie y volumen de muestreo máximos del haz utilizado de manera que la extensión de la superficie muestreada, aunque adecuada para una imagen del transecto, resulta insuficiente para obtener una representación tridimensional de la mancha, por lo que no se obtendría la extensión total de esta y puede eventualmente sesgar las estimaciones sobre su densidad y/o biomasa. También está el factor de que la detección en los transectos no daba indicio sobre que sector de la mancha correspondía el ecograma, si la imagen fue obtenida en medio o a los lados, esto es; parte del conglomerado de organismos atravesaba el transecto, más no se sabía que parte de él. Este inconveniente puede afectar la estimación de las tallas (y ecos) dominantes debido a que dentro de los cardúmenes existe una estructura interna con zonaciones en función de la edad y/o talla. Este factor puede atenuarse si se asume que los individuos que quedan registrados dentro del haz a lo largo del transecto representan una muestra de la población total, con propiedades similares. Significa entonces que el comportamiento de los organismos detectados es un reflejo del comportamiento de la agrupación en su totalidad y de sus variaciones. En otro aspecto, se ha observado que los constituyentes de las capas de dispersión formadas en la zona de estudio son esencialmente los mismos, con especies comunes y en proporciones de abundancia similares, en consecuencia, las especies presentes en el ecograma serían las mismas que pueden identificarse en el resto de la población. Ya que los ecogramas con datos fueron obtenidos principalmente del crepúsculo al alba de manera continua y tuvieron un patrón regular el sesgo que cada uno pudiera presentar es similar y consecuentemente se uniformiza, el volumen de datos generados en conjunto es lo bastante amplio para realizar comparaciones estadísticamente válidas sobre su distribución. Por tanto, para los propósitos de abundancia y distribución espacial, junto con migraciones verticales horizontales se puede hablar de un muestreo representativo. Además, la posición de los cardúmenes no es constante, sino que se ve influenciada por las corrientes predominantes en el momento de la prospección, así, cada ecograma corresponde a un segmento diferente de las agrupaciones, y al recopilar información durante aproximadamente 10 horas se muestrea un sector considerable de estas, lo que puede atenuar el sesgo provocado por desconocer qué porción de esta se monitoreó.

Otra de las ventajas de la hidroacústica es que proporciona información sobre las características del cardumen (densidad, posición y distribución) con una mínima perturbación

(Gunderson,1993). Resulta importante para este caso ya que puede hacerse un monitoreo de manera que se afecten mínimamente los movimientos verticales y horizontales de los grupos de peces y zooplancton, con una alta confiabilidad en los datos. En todo caso, podría producirse la aparición de ecos falsos (ruido) en los ecogramas debido no tanto al sonido producido por los motores y propela, pues la profundidad a la que estaba colocado el transductor (aproximadamente 4m) disminuía este factor. Otro aspecto que es importante tomar en cuenta es que al acercarse el barco a los cardúmenes tendía a dispersarlos y alejarlos de la red. Este factor puede haber influido en la baja captura. La sombra que proyecta el barco en el fondo, y posiblemente sobre el cardumen puede influir en la eficiencia de la captura, podría así interpretarse como la aproximación de un predador y optar por respuestas de evasión. Este fenómeno ha sido reportado por Thorne (1987), aunque no es probable que afecte significativamente. El diseño de los transectos, de tipo discreto permitió evitar el fenómeno de autocorrelación, descrito por Gunderson (1993), entre las regiones adyacentes de transectos poco espaciados lo que puede afectar las estimaciones sobre densidad. Es este además el diseño mas adecuado para estudiar la migración vertical y horizontal. La longitud y posición de los transectos permite tener una imagen completa del perfil del piso y se encuentra dentro de las longitudes usuales para el estudio de distribuciones (McLennan y Simmonds, 1992, Massé y Rethiere, 1995). El mantener transectos paralelos para evaluar la abundancia podría asegurar un muestreo estadísticamente representativo (Jolly y Hampton, 1990), y eliminar el factor de auto correlación de transectos en zigzag. La longitud de los transectos permite obtener un panorama de la distribución horizontal de los cardúmenes, y se asemeja a lo propuesto por Barange (1994) en la costa de Sudáfrica, que sugiere la distancia de 13 millas náuticas como óptima para prospectar todo el perfil de la plataforma.

6.7 Factores de baja abundancia

En esta campaña hubo escasos arrastres con capturas de peces (aproximadamente 12%), de igual manera, los ecogramas en general mostraron una pobre detección de pelágicos, lo que es un reflejo de la baja presencia de este grupo en la región. Esto, confirmado con los resultados de esta campaña, ha sido enfatizado por Arenas y Robinson (1992) con referencia al año de 1991, en el que prácticamente desapareció la pesquería con graves consecuencias en el renglón económico. En este caso, varios factores de diferente origen pudieron haber influido en los resultados de esta campaña.

Dentro de los factores inherentes al muestreo, debe mencionarse que la red utilizada es de tipo científico con abertura de boca y longitud total bastante menores que las de tipo comercial, y la presencia de un marco rígido en la boca limita la eficiencia de captura. El tipo de sistema acústico también puede influir, ya que la ecosonda, al ser de barrido vertical, proporciona información sobre los organismos situados debajo del barco, en tanto que un sonar pesquero, al dirigir el haz hacia adelante detecta los organismos con anticipación lo que permite preparar adecuadamente el arrastre. En una faena de pesca comercial la rapidez de maniobra (aproximadamente de 1 a 3 minutos para tirar la red y estabilizarla) es esencial para obtener una buena captura, ya que estas especies desarrollan rápidas respuestas de escape ante algún agente perturbador (depredadores, redes, etc.). En este aspecto, el tiempo mínimo en esta campaña para tirar y mantener la red a nivel fue considerablemente mayor. En relación a lo anterior también deben puntualizarse las características de la época de muestreo. Escudero y Castellanos (1990) y Baxter (1966) mencionan que *E. mordax* (especie típica de la zona) presenta dos temporadas pico de desove: Una de ellas en octubre-noviembre, y otra de mayor intensidad en febrero-marzo. Esto tiene influencia en la eficiencia de captura y/o facilidad de pesca. Murphy (1972) reporta que durante los períodos de puesta la pesca de anchoveta peruana disminuye bastante, y lo atribuye a que el recurso está muy disperso, los cardúmenes que puede llegar a formar son muy pequeños, y al considerar las limitaciones del arte y maniobras de pesca utilizadas en la campaña (red poco apropiada para capturar especies adultas e incertidumbre para conocer la profundidad correcta de arrastre) este último punto reviste mayor importancia.

También hay factores en meso y macroescala que han sido citados como importantes para explicar esta caída, entre ellos la sobreexplotación pesquera, sobre la cual autores como Cisneros-Mata, *et al.* (1990), Pedrín-Osuna, *et al.* (1992) y Vidal-Talamantes (1995) mediante modelos de análisis por cohortes, modelos de rendimiento por recluta y análisis de población virtual han confirmado que desde 1982 en la costa occidental y el Golfo de California, la disponibilidad del recurso ha tenido una desestabilización de la población adulta debido a la pesca y a cambios ambientales, con desequilibrio entre la cantidad de capturas y la capacidad de carga del stock (García-Franco, *et al.* 1995), (Cisneros-Mata, M.A., 1997 *com. pers.*), lo cual, a nivel intraespecífico, produce una modificación de los hábitos conductuales de esta especie, la reducción del período de vida y como resultado el rango de migración (Murphy, 1972).

Igualmente importante es la regulación interna de los stocks a condiciones ambientales favorables o desfavorables por medio de procesos de canibalismo de los adultos hacia los huevecillos (Alheit, 1987), o incremento de las tasas de fecundidad (Sheperd y Cushing, 1990), como adaptaciones que les permiten mantener su número dentro de ciertas cotas aún en ausencia de esfuerzo pesquero y/o cambios climáticos importantes (Holmgren-Urba y Baumgartner, 1993), y finalmente procesos de cambio climático y calentamiento global, como el fenómeno El Niño-ENSO, de gran efecto en los sistemas de surgencias, dinámica de corrientes y masas de agua (Lluch-Belda, 1995; Wrytki, 1975), mediante una intensificación de la actividad de surgencias lo que afecta a las áreas de desove de este y otros grupos (Arenas, 1992; Bakun, 1994). A nivel biológico es causante principal de modificaciones en la biogeografía y abundancia de las especies (Parrish, *et al.* 1983; McGlade, 1989), lo que conjunta cambios en las relaciones de competencia como obtención de comida y espacio en relación con la rapidez y severidad con que se produzcan los cambios (Kawasaki, 1992). Lluch-Belda (1995) menciona que a mediados de esta década se presentó un evento denominado "calentamiento de latitudes medias", que puede equipararse a un El Niño, aunque de menor intensidad, y que de acuerdo a él, determinó la caída ocurrida en 1990-91. En este sentido, coincide con la hipótesis sostenida por García (1996), que refiere las caídas en capturas como una la conjunción de cambios ambientales efecto de la explotación y las interacciones de las especies que coexisten en el ecosistema, considerado este último aspecto en función de la gran diversidad de especies que lo conforman.

7.- CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y de su análisis se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1).- El patrón de temperatura y la salinidad descrito en este trabajo permitió diferenciar un área de surgencias en la zona centro, región de Punta Eugenia, y está relacionada con la transición de la corriente de California, de naturaleza templada, y la corriente norecuatorial, de aguas cálidas.

2).- Hay un gradiente de abundancia de pelágicos menores a lo largo de la costa Occidental de Baja California, con la mayor densidad en las zonas norte-centro, principalmente en los transectos de Bahía San Ramón (norte 3), Bahía San Cristóbal (centro 3) y Bahía San Hipólito, B.C.S (centro 4).

3).- En este estudio se encontró que la temperatura y el zooplancton condicionan parcialmente su distribución.

4).- El patrón de migración vertical encontrado para este grupo está asociado a los movimientos del zooplancton estructurado como capa de dispersión profunda, lo que es consistente con lo reportado en la literatura para pelágicos menores.

5).- La selectividad de los pelágicos menores por concentrarse en las regiones costeras y talud de los transectos centro 3 y centro 4 está ligada a condiciones de surgencia más intensas en las mismas.

6.-) No se encontró evidencia suficiente para caracterizar la utilización del grupo del zooplancton como recurso alimentario principal de las especies de este grupo, aunque si hay una relación directa entre las variaciones de densidad de peces y la de zooplancton.

7).- El método hidroacústico empleado no permitió diferenciar con absoluta certidumbre el valor de fuerza de blanco por especie para pelágicos menores. Sin embargo existen elementos que señalan una asociación de los ecos obtenidos con individuos de talla adulta de *Engraulis mordax* para la zona norte y *Sardinops sagax* para la zona sur en esta época del año.

Por lo anterior se puede afirmar que *la hipótesis postulada es válida en lo relacionado con la temperatura y zooplancton, cumpliéndose los dos primeros objetivos propuestos, y parcialmente el tercero.*

ADDENDUM

Con la información obtenida de este estudio se hizo evidente la necesidad de proponer algunas modificaciones en el material y método seguido, con el fin de mejorar en campañas sucesivas los resultados. Primeramente 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. En segundo lugar es recomendable el empleo de un "net sounder" o sensor de profundidad adosado a la red para estimar correctamente la profundidad de arrastre de esta, de manera que esta corresponda con la deseada en el ecograma. La obtención de datos como dirección, velocidad y fuerza del viento son muy importantes para la determinación de surgencias, datos que no fueron tomados en esta campaña. También es necesario profundizar en las características de la fuerza de blanco de las principales especies de pelágicos y conocer las fuentes de variación y diferencias entre ellos para un análisis más específico, puesto que sólo se tomaron las tallas adultas sin analizar todas las juveniles. En el aspecto de la variación diaria quizá sea conveniente ampliar la duración de los ciclos de muestreo a 26 horas para obtener un ciclo más completo. Por último, los datos ambientales permiten suponer la existencia de una ventana ambiental óptima en la porción central de la costa occidental de la península, en la región de Punta Eugenia, por lo que un estudio más profundo en este sentido podría aclarar muchos aspectos sobre la dinámica tanto oceanográfica como biológica en esta zona.

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; por tanto, aún basándose en diseños experimentales que han probado su eficacia en condiciones similares el diseño metodológico y la información generada son necesariamente perfectibles, más si se consideran las ventajas que este tipo de sistemas presentan tanto en fidelidad de información como rapidez de disponibilidad y costos se comprenderá porqué constituyen un valioso recurso para el estudio de especies como *Engraulis mordax* y similares, especies de una indudable importancia comercial dentro del sector pesquero de nuestro país.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta y Lara, L. R. 1978. Resultados fisicoquímicos en la zona central de Bahía Magdalena, B.C.S. *Ciencias Marinas* . 5(1): 37-45.
- Alheit, J. 1987. Egg cannibalism versus egg predation: Their significance in anchovies. *En: Payne, A.L. Gulland, J.A. y K.H. Brink (eds). The Benguela and Comparable Ecosystems. S. Afr. J. Mar. Sci.* Ciudad del Cabo. 5: 467-470.
- Aoki, I. 1982. An analysis of the schooling behaviour of fish: internal organization and association processes. *Bull. Ocean. Res. Inst. Univ. Tokyo*. 13: 1-65.
- Arenas, V. 1992. Ecosistemas de surgencia. Importantes sumideros de carbono. *Ciencia* . 43 Mexico . 91-95 pp.
- Arrizaga, A., Fuentealba, M., Espinoza, C., Chong, J., y C. Oyarzun. 1992. Hábitos tróficos de dos especies de peces pelágicos: *Strangomera bentincki* (Norman,1936) y *Engraulis ringens* (Jenyns,1842) en el litoral de la región del Biobio, Chile. *Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile* . 64: 27-35.
- Bakun, A. 1977. Climatology of upwelling related process of Baja California. *CalCOFI Rep.* 19. pp 107-127.
- Bakun, A. 1994. Climate Change and Marine Populations. Interactions of Physical and Biological Dynamics. Greenpeace University of Rhode Island. *Workshop of the Scope, Significance and Policy Implications of Global Change and the Marine Environment*. Massachussets, 16 p.
- Barange, M. 1994. Acoustic identification, classification, and structure of biological patchiness on the edge of Agulhas Bank and its relation to frontal features. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 14 . Ciudad del Cabo, pp 333-347.
- Barber, R. T. y Smith, R. 1980. Coastal Upwelling Ecosystems. *En : Longhurst, A.R. Analisis of Marine Ecosystems*. Academic Press. London. 31-68
- Barton, E.D. y Argote, M. L. 1980. Hydrographic variability in an upwelling area off northern Baja California in June 1976. *Jour. Mar. Res.* 38:4 USA. pp 1-19.
- Baxter, J.L. 1966. Summary of biological information on the northern anchovy *Engraulis mordax* Girard. *CalCofi Reports XI*. San Diego, Cal. pp 110-116.
- Bergh, M.O. y S. Butterworth. 1987. Towards rational harvesting of the south african anchovy considering survey imprecision and recruitment variability. *En: Payne, A.L. Gulland, J.A. y K.H. Brink (eds). The Benguela and Comparable Ecosystems. S. Afr. J. Mar. Sci.* Ciudad del Cabo. 5: 467-470.
- Bergstadt, O.A. 1990. Ecology of the fishes of the norwegian deep. Distribution and species assemblages. *Met. Jour. Sea. Res.* 25(12): 237-266.

- Bernal, P.A. y J.A. McGowan. 1981. Advection and upwelling in the Californian Current, in coastal upwelling, F.A. Richards, de. *Am. Geoph. Union*. Washington., D.C., 381-399.
- Berner, L. Jr. 1959. The food of the larvae of the northern anchovy *Engraulis mordax*. *Inter. Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.* 4(1) : 22.
- Blackburn M. y Richard E. Thorne. 1974. Composition, biomass and distribution of pelagic nekton in a coastal upwelling area off Baja California, Mexico *Tethys*. Paris. 6: (1-12) pp 281-290.
- Blaxter, J.H.S. y Hunter, H.R. 1982. The biology of clupeoid fishes. *Adv Mar. Biol.* 20.1-23.
- Brinck, K.H. 1987. Upwelling fronts : Implications and unknowns *En* : Payne, A.L. Gulland, J.A. y K.H. Brink (eds) .The Benguela and Comparable Ecosystems. *S. Afr. J. mar Sci.* Ciudad del Cabo. 5 467-470.
- Broom. D.M. 1981. Biology of behaviour. Mechanisms. functions and applications. Cambridge University Press 320 pp.
- Burczynski, J. 1982. Introducción al uso de sistemas sonar para la estimación de la biomasa de peces. F.A.O. Documentos Técnicos de Pesca. 191 pp.
- Burgess, J.W. y Shaw, E. 1979 Development and Ecology of fish schooling. *Oceanus*. 22(2): 11-17.
- Butler, J. 1987. Comparison of the early life story parameters of Pacific Sardine and northern anchovy and implication for species interactions. Ph. D. Thesis. University of California. San Diego 242 pp.
- Carter, R. A., McMurray, H.F. y J.L. Largier 1987. Thermocline characteristics and phytoplankton dynamics in Agulhas Bank waters *En*: Payne, A.L Gulland, J.A. y K.H. Brink (eds) .The Benguela and Comparable Ecosystems. *S. Afr. J Mar. Sci.* Ciudad del Cabo. 5: 467-470.
- Cervantes-Duarte, R. , Aguinaga-Garcia, S. y S Hernández Trujillo. 1993. Condiciones de surgencia asociadas a la distribución de zooplancton en San Hipolito, B.C.S. *Ciencias Marinas*. 19(1). Mexico. pp 117-135.
- Chávez, H., Silva, S., y J.S. Sunada. 1977. The fishery for northern anchovy *Engraulis mordax* off California and Baja California in 1975. *CalCOFI Reports*. 19:pp 147-164.
- Chávez de Ochoa, M.C. 1975. Algunas condiciones de surgencia durante la primavera de 1974, para el área adyacente a Punta Banda, B.C. *Ciencias Marinas* 2 (2) 111-124.
- Chelton, D.B. 1981. Interannual variability of California current physical-factors. *Cal. Cop. Fish. Invest.* 22: 34-40.
- 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. UACPyP-CCH-UNAM. 131 pp.

- Chiappa-Carrara, X., Gallardo, C. M. y M. Jacob. 1989. Análisis del régimen alimenticio de tres poblaciones de la anchoveta (*Engraulis mordax* Girard (Pisces: Engraulidae), en el norte de Baja California. *An. Inst. Cienc. del Mar. y Limnol. UNAM.* 16 (2): 361-378.
- Chiappa-Carrara, X. y Gallardo, C. M. 1993. Estudio del régimen y hábitos alimenticios de la anchoveta norteña *Engraulis mordax*, Girard (Pisces: Engraulidae) en Baja California. *Ciencias Marinas.* 16 (1) . pp 129-153.
- Cisneros-Mata, M.A.; De Anda Montañez, J.A.; Estrada-García J.J. y F. Páez-Barrera. 1990. Evaluación de las pesquerías de sardinas Monterrey y crinuda del Golfo de California. *Inv. Mar. CICIMAR.* 5:1. México. pp 20-26.
- Cisneros-Mata, M.A. 1991. Pesquería de Sardina. Centro Regional de Investigación Pesquera. Guaymas. 14 pp.
- Clark, F.N. y J.B. Phillips. 1952. The northern anchovy (*Engraulis mordax*) in the California fishery. *Calif. Fish and Game.*, 38(2) : 189-207.
- Crawford, R.J.M. 1987. Food and population variability in five regions support large stocks of anchovy, sardine and horse mackerel. *En: Payne, A.L. Gulland, J.A. y K.H. Brink (eds) .The Benguela and Comparable Ecosystems. S. Afr. J. Mar. Sci.* Ciudad del Cabo . 5: 467-470.
- Cury, P y C. Roy. 1989. Optimal environmental window an pelagic fish recruitment. Success in upwelling areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46 : pp 670-680.
- Cushing, D.H. 1968. Why do Fish School?. *Nature.* 218: pp 918-920.
- Cushing, D.H. 1978. Upper trophic levels in upwelling areas. *En: Boje,R. y M. Tomczak (eds). Upwelling Ecosystems.* Springer Verlag , Berlin. pp 101-110.
- Cushing, D.H. 1982. *Climate and Fisheries.* London: Academic Press: 373 pp.
- De la Lanza, G. 1991. *Oceanografía de mares mexicanos.* AGI Editores. México. pp 267-319
- Dodimead, A.J., Favorite, F. y T. Hirano. 1963. Salmon of the North pacific Ocean, part II. Review of the oceanography of the Sub-arctic Pacific region. *International North Pacific Fisheries. Communication Bulletin.* 13. 195 pp.
- Dominguez, H. E. 1997. Migraciones verticales y costa-océano de la langostilla *Pleuroncodes planipes* durante ciclos de 24 horas en la costa occidental de Baja California utilizando hidroacústica de alta frecuencia. *Tesis Profesional.* UNAM. Facultad de Ciencias. México. 119 pp.
- Escudero , D.M. y E.C. Castellanos. 1990. Estudio de la pesquería de anchoveta *Engraulis mordax* en aguas mesicanas. *Ciencia Pesquera.* Inst. Nal. de la Pesca. (7): 35-57.
- FAO. 1980. *Echo Sounding and Sonar for Fishing.* FAO Fishing Manuals. Fishing News Books. Ltd Survey, England. pp 40-57.

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 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. pp 1-5.
- Fiedler, P.C., Methot, R.D y R. P. Hewitt. 1986. Effects of California El Niño 1982-1984 on the northern anchovy. *Jour Mar. Res* 44. La Jolla, California. pp 317-338.
- Freon, P 1995 Diurnal variability of school structure, with special attention of transition periods. *ICES J. Mar. Sci.* 25(12) . 237-266.
- Gallardo-Cabello, M y X. Chiappa-Carrara. 1990. Estudio de las variaciones registradas en el crecimiento, longevidad y la mortalidad natural de las poblaciones de anchoveta *Engraulis mordax*. Girard (Pisces:Engraulidae) en el norte de Baja California, durante los años de 1986-87. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM. México, 17 (1) 131-146.
- García-Franco, W. 1988 La anchoveta como recurso pesquero y perspectivas de aprovechamiento integral *En: Los recursos Pesqueros del País* Secretaría de Pesca. México.
- García-Franco, W., Cota V. A. y F.J. Sánchez R. 1995. Análisis de la pesquería de pelágicos menores en la costa occidental de Baja California, México, en 1994. INP-SEMARNAP. *Ciencia Pesquera*. 11. México. pp 15-20.
- García-Franco, W. y Sánchez, J 1996. Boletín anual Temporada 1995. INP- SEMARNAP. CRIP. Ensenada. 16 pp.
- García-Franco, W. : Cota V. A. y F.J. Sánchez R. 1996 Análisis de la pesquería de pelágicos menores en la costa occidental de Baja California, México, en 1995. INP. SEMARNAP. *Ciencia Pesquera* 11. México. pp 11-19
- Gaxiola, C. C. 1986. Productividad primaria del Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas* 12(3), Ensenada. pp 26-33
- Gill, A.E. y A.J. Clarke. 1974. Wind induced upwelling, coastal currents and sea level changes. *Deep-Sea Research.* (21) London. pp. 325-345.
- Gluyas-Millán, M.G. 1989. Período de reproducción, distribución de tallas y relación longitud-peso de la macarela del litoral de Baja California. *Inv. Mar. CICIMAR.* 4(1): pp 65-71.
- Gómez, G.J. 1983. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. *Ciencias Marinas* 9(2):75-86
- Gómez, G.J. 1999. Latitudinal changes of euphausiid assemblages related to the morphological variability of the sound scattering layer along Baja California, October, 1994. *Sci. Mar.* 63(1), Barcelona (en prensa).
- Gómez-Valdéz, J. y Vélez-M, H.M 1982 Variaciones estacionales de temperatura y salinidad en la región costera de la Corriente de California. *Ciencias Marinas.* 8(2). Ensenada, México pp 167-178.

- González, M.A. y G.X. Gaxiola. 1991. Variación día a día de características fisicoquímicas, biomasa y productividad primaria del fitoplancton en una zona costera de Baja California. *Ciencias Marinas*. V 17 (3): 21-37.
- González, Ch. G. 1996. Estudio de la migración, distribución y abundancia de eufáusidos por medio de la hidroacústica en Baja California, México. Tesis profesional. UNAM. Facultad de Ciencias. 151 pp.
- Grivel, P. F.. 1986-87. Calendario gráfico de mareas. Instituto de Geofísica. UNAM. México. 43pp.
- Gunderson, D. 1993. Acoustic Surveys. *En: Surveys of Fisheries Acoustics*. John Willey & Sons, Inc. New York, pp 69-128.
- Hair, J.K.; Anderson, M.G. Thatan, O. y Black. R. 1995. Multivariate Data Analysis. Ed. Prentice-Hall. New-York. pp 420-483.
- Hamman, G.H., T-Baumgartner y A. Badan. 1988. Coupling the Pacific Sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *CalCOFI Rep.* (29). La Jolla. pp 102-109.
- Hampton, I. 1987. Acoustic study on the abundance and distribution of anchovy spawners and recruits in south african waters. *En: Payne, A.L. Gulland, J.A. y K.H. Brink (eds). The Benguela and Comparable Ecosystems. S. Afr. J. Mar. Sci.* (5). Ciudad del Cabo. 5: 901-917.
- Hayward, T.L., Mantyla, A.W., Lynn, R.J. Smith, P.E. y T Chereskin. 1994. The state of California Current in 1993-94. *CalCOFI Rep.* 35: pp 19-35.
- Helfman, G.S. 1993. Fish behaviour by day, night and twilight. *En: Pitcher, T.J. Behaviour of teleost fishes.* 2º ed. Chapman & Hall. London. pp 479-512.
- Hewitson, J.D. 1993. Production and consumption of planctivorous fish in the Northern Benguela Ecosystem in the 1980s. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 13: 15-24.
- Hewitson, J.D. y Cruishank, R. A. 1993. Production and consumption by planktivorous fish in the Northern Benguela Ecosystem in the 1980's. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 13. Ciudad del Cabo. pp 15-24.
- Hickey, B. M. 1979. The California Current System. Hypotheses and Facts. *Prog. Oceanogr.* 10. 191-279.
- Holmgren-Urba, D. y T. R. Baumgartner. 1993. A 250 year history of pelagic fish abundance from the anaerobic sediments of the Central Gulf of California. *CalCOFI Reports.* 34 60-68.
- Hsueh, V. y O'Brien, J. 1971. Steady Upwelling Induced by an Along-Shore Current. *Jour. Of Phys. Oceanog.* 1:Tallahasse, Flo. 180-186.
- Hunter, J.R. 1968. Effects in light on schooling and feeding of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*). *J. Fish. Res. Bd. Canada.* 25 (2) pp 393-407.

- Husby, D. M. y C.S. Nelson. 1982. Turbulence and vertical stability in the California Current. *Calif. Coop. Ocean. Fish. invest Rep.* 19: 128-137.
- Idyll, C.P. 1973. La crisis de la anchoveta peruana. *Investigación y Ciencia.* 6(5). Time-Life eds New York . pp 457-464.
- James, A.G. 1987 Feeding ecology, diet and field-based studies on feeding selectivity of the cape anchovy *Engraulis capensis*. Gilchirst. En. Payne, A.L. Gulland, J.A. y K.H. Brink (eds). The Benguela and Comparable Ecosystems. *S. Afr. J. Mar. Sci.* (5). Ciudad del Cabo . 5. pp 673-692.
- Jolly, G.M. and I. Hampton 1990. Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to asses fish biomass. *Rapp. P-v. Rèun Cons. Per. Int. Explor Mer.* 189, 415-20.
- Jones, I.S.F. y J. Vie. 1994. A sound scattering layer in a fresh water reservoir . *Limnol Oceanogr.* 39 (2): 443-448.
- Jones, R. y W.E. Henderson. 1987. The dynamics of energy transfer in marine food chains. En: Payne, A.L. Gulland, J.A. y K.H. Brink (eds). The Benguela and Comparable Ecosystems. *S. Afr. J. Mar. Sci.* (5). Ciudad del Cabo . 5. pp 447-465.
- Kawasaki, T. 1992. Mechanisms governing fluctuations in fish pelagic populations. En: Payne, A.I.L. et al (eds). Benguela Trophic Functioning *S. Afr. J. Mar. Sci.* (5). Ciudad del Cabo. 5. Pp 447-465.
- Kelly, R. y J. Blanco 1984. Proceso de surgencia en Punta Nugurne, Chile (lat 36°S). marzo 1983. *Invest. Pesq.* 31. Concepción, Chile. pp 89-94.
- Kennedy, G.J.A y Pitcher, T.J 1975. Experiments on homing in shoals of the European minnow *Phoxinus phoxinus* (L.). *Trans. Am. Fish. Soc.* 104, 452-5.
- Koslow, J.A. 1981. Feeding selectivity of schools of northern anchovy *Engraulis mordax*. Girard in the Southern California Bight. *Fish. Bull.* 79(1). La Jolla, Cal. pp 131-142.
- Krebs, Ch. J. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Ed Harla. México pp 256-259.
- Laevastu, T. 1993. Marine climate, Weather and Fisheries. John Wiley & Sons, Inc. London. pp 85-93.
- Larkin, P. A. y A. Walton. 1969. Fish school size and migration. *J. Fish. Res. Bd Canada.* 26(5). British Columbia. 1372-1374.
- Lasker, R. (ed). 1981. Marine fish larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries *Wash. Sea. Grant. Prog.* 131 pp.

- Lindem, T. y Hour, H. A. 1988. Hydro Acoustic Data Acquisition System. HADAS. Department of Physics, University of Oslo. Oslo, Norway. 14 pp.
- Lluch-Belda, D., Hernández, V.Z., Lluch, C.D., Salinas, C.A., Magallón, F.B., y F de Lachica. 1988. Variación climática y oceanográfica global: Sus efectos en el Noroeste Mexicano. *Ciencia y Desarrollo*. 17(98). México. pp 79-98.
- Lluch-Belda, D., Crawford, R.J.M., Kawasaki, T., MacCall, A.D., Parrish, R.H., Schwartzlose, R.A., y P.E. Smith. *et al.* 1989. World-wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: The regime problem. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 8. Ciudad del Cabo. pp 195-205.
- Lluch-Belda, D., Schwartzlose, R.A.; Serra, R.; Parrish, R.; Kawasaki, T.; Hedgecock, D y R.J. Crawford. 1992. Sardine and anchovy regime fluctuations of abundance in four regions of the world oceans: a workshop report. *Fish. Oceanog.* 1(4). London. pp 339-347.
- Lluch-Belda, D. 1995. El Niño y la Pesca del Noroeste en México. *Oceanología*. UCET-MAR. México. pp 19-39.
- Longhurst, A. R. 1971. The clupeoid resources of tropical seas. *En: Oceanography and Marine Review*. An Annual Review 9. Barnes, H. (ed). George Allen, and Unwin: 349-385.
- Loukaskhin, A.S. 1970. On the diet and feeding behaviour of the northern anchovy *Engraulis mordax* (Girard). *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 37, 419-458.
- Love, R.H. 1971. Dorsal aspect target strength of an individual fish. *Jour Acoust. Soc. Am.* 49: 816-824.
- Lynn, R.J. 1967. Seasonal variation of temperature and salinity at 10 meter in the California Current. *Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest.*, Rep. 11: pp 157-186.
- Margalef, R. 1978. What is an upwelling ecosystem?. *En* : Boje, R. y M. Tomczack (eds). *Upwelling Ecosystems*. Springer Verlag, Berlin. pp 12-14.
- Massé, J. y Retière, N. 1995. Effect of number of transects and identification hauls on acoustic biomass estimates under mixed species conditions. *Aquat. Living Resourc.* 8. pp 195-199.
- Mathisen, O.A. 1978. Food consumption of pelagic fish in an upwelling area. *En*: Boje, R. y M. Tomczack (eds). *Upwelling Ecosystems*. Springer Verlag, Berlin. pp 111-123.
- McCall, A.D. 1986. Changes in the biomass of the California Current ecosystem. In : *Proceedings of a Symposium on Variability and management of large marine Ecosystems*. New York, may 1984 Sherman, K.L., and L.M. Alexander (eds): 33-54 (AAAS Selected Symposia Series 99).
- McClatchie, S., Greene, Ch. H., Macaulay, M.C. y D.R. Sturley. 1996. A re-evaluation of relationships between fish size, acoustic frequency, and target strength. *ICES Journal of Mar. Sci.* 53. London. pp 780-791.

- McGlade, J., T.K. Stokes y R. Law (eds). 1993. The exploitation of evolving resources: proceedings of an international conference held at Julich, Germany. September 3-5, 1991. Berlín, Springer-Verlag. pp 149-152.
- McLennan, N.D. y Simmonds, E.J. 1992. Fisheries Acoustics. Ed. Chapman & Hall. USA. 459 pp. 1-308.
- McNeill, I.B. 1971. Quick statistical methods for analyzing the sequences of fish counts provided by digital echocounters. *J. Fish. Res. Bd. of Can.* 28: 1035-1042.
- Mitson, R.B. 1983. Fisheries Sonar. Fishing News Books, Ltd. Surrey, England. pp 128-135.
- Murphy, G. I. 1972. Les pêches dans des régions de remonté d'eau froide, en particulier dans les eaux péruviennes. *Geoforum*. 11. pp 63-70.
- Nelson, J.D. y R.I. Perry 1990. Diel vertical migrations of marine fishes: an obligate or facultative process?. *adv. mar. biol.* 26: 115-168.
- Nonacs, P., Smith, F.P., Bouskila, A., y B. Lutbbeg 1994. Modeling the behaviour of the northern anchovy *Engraulis mordax*. as a schooling predator exploiting patchy prey. *Deep Sea Research*. 41(1). Great Britain pp 147-169.
- Ohshimo, S. y T. Hamatsu. 1996. Vertical distribution and acoustic estimation of biomass of walleye pollock *Theragra chalcogramma* and anchovy *Engraulis japonicus* in the Pacific coast of eastern Hokkaido. *Bull. Hokkaido Natl. Fish Res. Inst.* 60. Hokkaido. pp 225-236.
- Parrish, R.H. y A.D. McCall. 1978. Climatic variation and exploitation in the Pacific mackerel fishing. *Calif Dept Fish and Game, Fish. Bull.* 176: 110 p.
- Parrish, R.H., A.S. Bakun, C.M. Husby, y C.S. Nelson. 1983. Comparative climatology of selected environmental factors in relation to eastern boundary pelagic fish reproduction. En: G.D. Sharp y L. Csirke (eds.) Proceedings of expert consultation to examine change in abundance and species composition of neritic fish resources. San Jose Costa Rica. April 1983. *F.A.O. Fish Report* 291(3): 731-777.
- Pavlova, Y.V. 1966. Seasonal variation of the California Current. *Oceanol.* 6: 806: 456.
- Pearre, S. 1979. Problems of detection and interpretation of vertical migration. *Jour. Of Mar. Res.* 1. pp 29-94.
- Pedrin-Osuna, O.A. Granados-Gallegos y M.L. Cota-Villavicencio. A. 1992. Tasas de explotación y mortalidad por pesca de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) para el período de 1974 a 1989. *Cienc. Mar.* 8(34). México pp 97-113.
- Pérez, F.R. 1991. Alimentación de la langostilla *Pleuroncodes planipes* (Stimpson, 1860) durante el período de reproducción (Marzo, 1990) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis Profesional ENEP Zaragoza. UNAM. 64 pp.

- Petitgas, P. y Levenz, J.J. 1996. Spatial organization of pelagic fish: echogram structure, spatio temporal condition, and biomass in Senegalese waters. *ICES Jour. of Mar. Sci.* 53: pp 147-153
- Pianka, E. 1970. On *r* and *k* selection *Amer. Nat.* 104:592-597.
- Pinet, G. 1992. Oceanography. Blackwell Ed. New York. pp 143-159.
- Pitcher, T.J. 1982. Heuristic definitions of shoaling behaviour. *Anim. Behav.* 31 (2). pp 611-612.
- Pitcher, T. J. 1986. Predators and food are the keys to understanding fish shoals : a review of recent experiments. *Nat. Canad. (Rev. Ecol. Syst.)* . 113. pp 225-233.
- Pitcher, T. J. y Parrish, J.K. 1993. Functions of shoaling behaviour in teleost fishes. *En: Pitcher, T. J. (ed). Behaviour of Teleost Fishes.* 2º ed. Chapman & Hall . London. pp 363-477.
- Radakov, J. 1973. The ecology of schooling fishes. John Willey & Sons. New York.
- Radovich, J. y A. D. McCall. 1979. A management model for the central stock of the northern anchovy *Engraulis mordax* . *Cal COFI Rep.* 20 . La Jolla. pp 83-88.
- Reid, J. L., Rodeb, G.I and Wyllie, J.G. 1958. Studies of the california Current System. *CalCOFI. Progress REP.*, 7-1-56 a 1-1-58. pp 27-57.
- Reid, J.L. 1960. Measurements of the California Current at a depth at 250m. *Jour. Mar. Res.* 20(2): 134-137.
- Reid, J.L., R.A. Schwartzlose y D.M. Barange, 1963. Direct measurements of a small surface eddy of Northern Baja California. *Jour. Mar. Res.* 21(3):205-218
- Ritz, D. 1994. Social aggregation in pelagic invertebrates. *Adv. Mar. Biol.* 30:155-216
- Robinson, C.J y T. J. Pitcher. 1989. The influence of hunger and ration level on shoal density, polarization and swimming speed of herring, *Clupea harengus L.* *J. Fish. Biol.* 34. pp 631-633.
- Robinson, C.J. y V. F. Arenas. 1992. El efecto de las pesquerías en la estructura de los cardúmenes de peces pelágicos. *Panorama Pesquero.* pp 42-43.
- Robinson, C.J., Gómez J. y Arenas, F.V. 1995 . Diel vertical and offshore-inshore movements of anchovies off the central Baja California coast. *J. Fish. Biol.* 47. pp 877-892.
- Robinson, C.J. y Arenas, V. F. 1995 Evidencia de diferentes tasas de alimentación dentro de un cardumen de anchoveta. *Ciencias Marinas* . 21(3). pp 281-293.
- Robinson, C.J., Gómez, J. y V. Arenas. 1998. On the structure of a deep scattering layer on the coastal shelf off Bahía Magdalena, Baja California, México. *Ciencias Marinas* . 23 (1): pp 141-154.

- Rosas, M.A. 1997. Caracterización fisicoquímica de la costa occidental de la península de Baja California, durante la temporada de invierno y primavera de 1990. Tesis Profesional. UNAM. México pp 1-9.
- Ryther, J.H. 1969. Photosynthesis and fish production in the sea. *Science*. New York. 16: pp 72-76.
- Scaliabrin, C. y Massé, J. 1993. Acoustic detection of the spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living. Resourc.* 6: pp 269-283.
- Schaefer, K.M. 1980. Synopsis of biological data on the Pacific mackerel *Scomber japonicus* Hoytuy, 1782 in the Pacific ocean In: Synopsis of biological data of eighth species of scombridae. *Inter American Tropical Tuna Commission. Special Report.* No2. Ed W.H. Bayliff, pp 395-448
- Sharp, G. D. 1987. Climate and fisheries: Cause and effect or managing the long and short of it all. En : En : Payne, A.L. Gulland, J.A. y K.H. Brink (eds) .The Benguela and Comparable Ecosystems. *S. Afr. J. Mar. Sci.* (5) Ciudad del Cabo 5. pp 223-234.
- Shaw, E. y Burgess, W. 1979. Development and Ecology of fish schooling. *Oceanus.* 22(2) pp 11-17
- Sheperd, J. G. y Cushing, D. H. 1990. Regulation in fish populations : myth or mirage?. *Phil. Trans R. Soc. Lond* 330. pp 151-164.
- Spiegel, M. H. 1970. Estadística. Serie Schaumm ed. McGrawHill. México. pp 156-167.
- Sverdrup, H. U. , M.W. Jhinson y H. Fleming. 1942. The oceans: Their physics, Geology and Marine Biology. Prentice-Hall Ed. Inc. New-York. 187pp
- Tait, R. V. 1987. Elementos de Ecología Marina. Ed Acribia. España pp 145-157.
- Theparoonuat, I. 1993. Measurement of fish target strength using sweeping frequency by a single transducer. *Jour. of Tokyo. Univ of Fish.* 80 (1): 93-103.
- Thorne, R. E. 1987 . Hydroacoustics. En : Nielsen, L.A. y Johnson, D.L Fisheries Techniques. American Fisheries Society. USA. pp 239-259.
- Torres-Gaytán, A., Guzmán, F.O. y J. Castillo. 1984. La vejiga gaseosa como órgano resonante y su influencia en la intensidad sónica. *Invest. Pesq.* 31. pp 81-88.
- Torres-Moye, G. y S. Alvarez B. 1987. Effects of the 1984 El Niño on the summer phytoplankton of a Baja California upwelling zone. *Jour. Geoph. Res.* 92(13) . 445-448..
- Torres-Moye, G. y M. Acosta-Ruiz. 1986. Algunas propiedades químicas indicadoras de eventos de surgencias costeras y de la contracorriente subsuperficial en un área cercana a Punta Colonett. Baja California. *Ciencias Marinas.* 12(3) pp 10-25
- Vidal-Talamantes, R. (1995). Desarrollo de la pesquería de anchoveta nortea (*Engraulis mordax*) en Baja California, durante el período 1972-1992. *Ciencias Marinas.* 21(3): 243-263.

- Walsh, J.J., J.C. Kelley., S.A. Huntsman y R.D. Pillsbury. 1977. Further transition states of the Baja California upwelling ecosystem. *Limnol. Oceanogr.* 22(2): 264-280.
- Walters, C. J. y J. S. Collie. 1988. Is research on environmental factors useful to fisheries management? . *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45. pp 1848-1854.
- Whitehead, P.J.P., G.J. Nelson y T. Wonarata. 1988. FAO species catalogue. Vol 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder clupeioidi). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2 . Engraulididae. *FAO. Fish. Synop.* (125). 7(2). pp 305-379.
- Wilson, E.O. 1980. Sociobiology. The New Synthesis. Harvard. Univ. Press. Cambridge. Ma. 697 pp.
- Wooster, W.S. y J.L. Reid. 1963. Eastern Boundary Currents. *The Sea.* Vol II 253-280.
- Wrytki, K. 1975. El Niño -the dynamic response of the equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing. *J. Phys. Oceanogr.* 5: 572-584.
- Wyllie, J.G. 1966. Geostrophic flow of the California Current at the surface and 200 m. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest.* Atlas No. 4. 288 pp.