CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

DIVISION DE OCEANOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

ALIMENTACION DE JUVENILES Y ADULTOS DE SARDINA MONTERREY Sardinops sagax caeruleus (GIRARD), EN EL NORTE DE ISLA TIBURON DURANTE INVIERNO DE 1990

TESIS
que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS presenta:

JUANA LOPEZ MARTINEZ

Ensenada, Baja California, septiembre de 1991.

RESUMEN de la tesis de Juana López Martínez, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOLOGIA con opción en ECOLOGIA MARINA. Ensenada, Baja California, México. Septiembre de 1991.

ALIMENTACION DE JUVENILES Y ADULTOS DE SARDINA MONTERREY Sardinops sagax caeruleus (GIRARD, 1854) EN LA PARTE NORTE DE ISLA TIBURON DURANTE INVIERNO DE 1990.

Resumen aprobado por: M. G. Hammann

Dr. (cand) Mark Gregory Hammann K.
Director de tesis

Se examinaron los contenidos estomacales de 90 organismos de sardina monterrey (Sardinops sagax caeruleus) así como tres muestras de plancton que fueron colectadas los días 21 y 22 de febrero de 1990. Las colectas se realizaron en tres estaciones geográficas en el norte de Isla Tiburón en el Golfo de California, México. En todos los contenidos estomacales se presentaron

TESIS DEFENDIDA POR: **JUANA LOPEZ MARTINEZ**

Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITE:

M.C. MARK GREGORY HAMMANN.- Director del Comité

DR. TIMOTHY BAUMGARTNER - Miembro del Comité

.- Miembro del Comité

DR. OSCAR SOSA NISHIZAKI

[redacted]

Jefe Depto. Ecología Marina

AGUILERA.- Director Estudios de Posgrado

DR. LUIS EDUARDO CALDERON

12 DE SEPT., DE 1991

DEDICATORIA

A MIS PADRES
Por el amor, confianza
y entrega incondicional
que siempre me han brindado.

A CINTYA Y MANUEL
Por la tolerancia, apoyo y amor
que me mostraron en cada una de las etapas
de realización de mi maestría.

A MIS HERMANOS
Por su confianza y estímulo
para seguir adelante
en mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Cand. Dr. Mark Gregory Hammann K. por su asesoría como director de tesis y además por su amistad y compañerismo.

Al Dr. Ruben Lara-Lara, Dr. Timothy Baumgartner, M.C. Miguel Cisneros-Mata, M.C. Jesús Ibarra Villaseñor y Dr. Oscar Sosa Nishizaki por la revisión de la tesis y sus acertados comentarios a la misma.

A la tripulación del B/M Sardina VI por su ayuda en la colecta de las muestras. Así mismo al CRIP-Guaymas por la utilización del laboratorio de sardina y especialmente al M.C. Miguel Cisneros por todas las facilidades otorgadas y por el envío de la muestras de sardina.

Al Oceanólogo Cesar Octavio Almeda y al M.C. Jorge Rosales Casian por su apoyo y ayuda durante toda la realización de la tesis

A todo el personal de ecología pesquera de CICESE por su apoyo y amistad en la realización de la tesis.

A y Julio Villaescusa por su amistad y facilidades para la utilización de la microcomputadora y a la ez-Perez por su ayuda en los momentos difíciles de .

A Roxana otorgadas p Familia Góm la maestría

A la Biol. Clara Caro por la amistad incondicional que siempre me ha demostrado y a todos y cada uno de los compañeros que han contribuido a que mi estancia en CICESE haya sido agradable.

Y finalmente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo recibido como becario para la realización de mi maestría.

LISTA DE TABLAS

Tabla		Pagina
I	Número promedio de celulas por cadena por género de fitoplancton encontrado en el plancton	29
II	Volumen promedio de los taxa alimenticios más comunes encontrados en los contenidos estomacales	30
III	Indice de similitud de Morisita entre estaciones.	41
IV	Porciento numérico (A) y porciento volumétrico (B) de los taxa más frecuentes en los contenidos estomacales para cada una de las clases de talla de los ejemplares de sardina monterrey examinados.	50-51
V	Indices de traslape de Schoener y Petraitis entre los tres grupos de talla de los ejemplares de sardina examinados (grupo 1 = 95-100mm; grupo 2 = 126-160; grupo 3 = 161-184mm).	52
VI	Indices de Selectividad de Ivlev y Strauss de los taxa alimenticios más representativos para los tres grupos de talla de ejemplares de sardina monterrey examinados.	56
VII	Frecuencia relativa por tamaño de partícula	58

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Localización de las estaciones.	21
2.	Mediciones de altura y ancho máximo de la boca de los ejemplares de sardina colectados.	36
3.	Vista lateral generalizada del primer arco branquial izquierdo con detalle de una branquiespina.	39
4.	Frecuencia relativa de los taxa más abundantes en el plancton.	42
5.	Frecuencia relativa de tamaño de partícula en el plancton.	43
6.	Porciento de Indice de Importancia Relativa para los taxa más importantes de la dieta de las sardinas examinadas.	46
7.	Porciento de frecuencia de ocurrencia, numérico, volumétrico de los taxa en la dieta de los tres grupos de sardina examinados (grupo 1 = [illegible]	[illegible]

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura		Página
10.	Selectividad de Ivlev ( ) y Strauss (*) por los taxa de a) Coscinodiscus spp b) Chaetoceros spp c) Navicula spp y d) Amphisolenia sp de cada grupo de talla de ejemplares de sardina (grupo 1 = 95-100mm; grupo 2 = 126-160mm; grupo 3 = 161-184mm).	57
11.	Frecuencia relativa por tamaño de partícula en los contenidos estomacales para ejemplares de sardina de las tallas a) 95-100mm, b) 135-139mm, c) 155-159mm y d) 180-184mm.	59
12.	Distribuciones de frecuencias relativas por tamaño de particula para las clases de talla de los ejemplares de sardina examinados.	61
13.	Mapa topográfico de valores de frecuencia relativa de tamaño de partícula con respecto a las clases de talla de los ejemplares de sardina examinados.	62
14.	Fotografias microscopicas del aparato de filtración de la sardina mónterrey a) vista frontal de los arcos; b) Vista lateral de los arcos; c) Vista de los cinco arcos branquiales.	64
15.	Forma de los dentículos de las branquiespinas y orientación con respecto a la branquiespina adyacente.	66
16.	Altura ( ) y ancho ( ) de la boca en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados (Los	68

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura		Página
18.	Número de branquiespinas funcionales en el arco total ( ), superior ( ) e inferior ( ) en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados (Las tallas de 100 a 125mm no se muestrearon).	70
19.	Número de branquiespinas en el arco total ( ), superior ( ) e inferior ( ) para los ejemplares de sardina examinados (Las tallas de 100 a 125mm no se muestrearon).	71
20.	Longitud de las branquiespinas en el arco total ( ), superior ( ) e inferior ( ) en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados (Las tallas de 100 a 125mm no se muestrearon).	72
21.	Ancho de las branquiespinas en el arco total ( ), superior ( ) e inferior ( ) en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados.	73
22.	Profundidad de las branquiespinas del arco total ( ), superior ( ) e inferior ( ) en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados.	74
23.	Espacio interbranquiespinal en el arco total ( ), superior ( ) e inferior ( ) en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados (Las tallas de 100 a 125mm no se muestrearon).	75
24.	Longitud del dentículo en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados (Las tallas de 100 a 125mm no se muestrearon).	76

CONTENIDO

I INTRODUCCION 1

II OBJETIVOS 5

III ANTECEDENTES 6

III.1 Descripción de la Pesquería 6
III.2 Biología 8

IV AREA DE ESTUDIO 17

V METODOS Y MATERIALES 20

V.1 Trabajo de campo 20
V.2 Trabajo de laboratorio y análisis de los datos 23
V.2.1 Plancton 23
V.2.2 Contenidos estomacales 26
V.2.2.1 Descripción de la dieta 27
V.2.2.2 Traslape 31
V.2.2.3 Selectividad 33
V.2.3 Aparato filtrador 35
V.2.3.1 Descripción general 35
V.2.3.2 Desarrollo 36

VI RESULTADOS 41

VI.1 Plancton 41
VI.2 Contenidos estomacales 44
VI.2.1 Descripción de la dieta 44
VI.2.2 Traslape 51
VI.2.3 Selectividad 55
VI.3 Aparato filtrador 63
VI.3.1 Descripción General 63
VI.3.2 Desarrollo 68

I DISCUSION 77

II CONCLUSIONES 98

RECOMENDACIONES 99

TERATURA CITADA 100

EXOS 117

I INTRODUCCION

Los recursos pesqueros masivos conocidos como pelágicos menores sostienen las mayores pesquerías mundiales. Dentro de estos, los clupeiformes representan aproximadamente un tercio del total de las capturas mundiales de peces (24 millones de toneladas en 1986; FAO, 1986), siendo una de las principales fuentes de proteína en el mundo, ya sea directamente a través de consumo fresco o indirectamente por proveer productos para la alimentación de animales y fertilizantes (Blaxter y Hunter, 1982; Whitehead,1985).

Las poblaciones de pelágicos menores y específicamente los clupeiformes han experimentado fluctuaciones históricas como son los incrementos en su disponibilidad y abundancia seguidos por declinaciones que en ocasiones han sido catastróficas (por ejemplo sardina de California Sardinops sagax caeruleus, anchoveta peruana Engraulis ringens, sardina africana S. ocellata, arenque del Atlántico Clupea harengus y sardina del Japón S. melanosticta). En todos los casos las oscilaciones han sido atribuidas principalmente a procesos físicos naturales, es decir cambios ambientales y a interacción biológica entre especies, aunados al exceso del esfuerzo pesquero, teniendo como consecuencia fallas en la magnitud del reclutamiento (Smith, 1978, 1981; Lasker, 1981; Blaxter y Hunter, 1982).

La pesquería de sardina en el Golfo de California ha presentado desde sus inicios en 1967/68, grandes fluctuaciones

y se ha planteado por un lado que estas pueden ser causadas principalmente por cambios interanuales en el clíma oceánico que afectan la disponibilidad de adultos (Lluch-Belda et al., 1986), y por otro que la estacionalidad de los patrones de circulación y temperatura superficial, y mecanismos similares a una escala interanual pueden variar el patrón de migración afectando así la disponibilidad de adultos a la pesquería y el reclutamiento de juveniles al stock de adultos (Hammann et al., 1988).

En años recientes se han llevado a cabo por varias instituciones una serie de investigaciones encaminadas a la evaluación del recurso sardinero en el golfo para posteriormente incorporar esta información a modelos de predicción de capturas. Uno de los aspectos relevantes en estos estudios es el reclutamiento a la pesca y factores bióticos y abióticos que lo afectan, entendiendo por reclutamiento el momento en que el pez se incorpora a un stock pescable o aquel momento en que el pez se hace más vulnerable al arte de pesca (Ricker, 1975). Dentro de los factores bióticos, la depredación y la disponibilidad del alimento son unos de los factores que pueden influir en el tamaño de una población (Jones, 1979). En México son pocas las investigaciones que se han hecho en relación con la alimentación de sardina monterrey.

En los estadios juveniles y adultos de peces, la alimentación juega un rol importante durante el crecimiento y la reproducción.

Sin embargo a pesar de la importancia económica de la sardina monterrey, no existen trabajos alimenticios cuantitativos dentro del Golfo de California que permitan evaluar los habitos alimenticios de la sardina monterrey ni el impacto que tiene esta especie sobre sus mismos huevos y larvas. Por lo anterior en el presente estudio se pretende describir los habitos alimenticios de la sardina monterrey en el norte de Isla Tiburón, tomando en cuenta la disponibilidad de alimento en el plancton y la funcionalidad de la morfología del aparato filtrador. También se pretende determinar la incidencia de canibalismo sobre huevos y larvas de la sardina monterrey y la depredación de la misma sardina sobre huevos y/o larvas de otras especies de pelágicos menores.

Para poder realizar lo anterior, se planteó colectar muestras tanto de juveniles y adultos de la sardina monterrey y las presas disponibles en el plancton a traves de las actividades de la flota comercial de sardina que opera desde el puerto de Guaymas, Sonora, durante los meses de invierno que corresponden con la temporada de desove. Esto tenía la finalidad de permitir colectar las muestras en los áreas donde el recurso está más disponible y así poder interpolar los resultados hacia la población conociendo la eficiencia de la flota de localizar los áreas de mayor disponibilidad del recurso. A continuación se exponen los objetivos específicos contemplados en este trabajo.

II OBJETIVOS

1.- Determinar la dieta de juveniles y adultos de la sardina monterrey (Sardinops sagax caeruleus) en el norte de Isla Tiburón durante invierno de 1990.

2.- Determinar si existen diferencias en la alimentación entre juveniles y adultos de sardina monterrey.

3.- Determinar la incidencia de canibalismo en la sardina monterrey.

4.- Determinar la incidencia de depredación de huevos y larvas de otras especies de pelágicos menores por parte de la sardina monterrey.

5.- Determinar el grado de selectividad en la dieta de juveniles y adultos de sardina monterrey .

6.- Determinar si existe una relación entre la selectividad por tamaño de partícula en la dieta y la morfología del aparato filtrador de la sardina monterrey.

III ANTECEDENTES

III.1 Descripción de la Pesquería

El desarrollo de la pesquería de la sardina monterrey en el este del Pacífico norte, así como sus inicios en el noroeste de México y posteriormente en el Golfo de California ha sido descrita por Clark (1947), Murphy (1966), MacCall (1980) y [illegible] desplome en las capturas de sardina de California del Pacífico noreste durante el período de 1916 a [illegible]. El mayor auge en la pesquería se dió durante los primeros 18 años, presentándose los rendimientos máximos de captura de 1933 a 1945, con capturas promedio de 570,000 toneladas métricas al año. En 1946 se inició un desplome en las capturas alcanzando en 1968 solo 27,000 toneladas.

En México la pesquería comercial de sardina se inició en 1929 en la costa [illegible]

volumenes de captura anual, atribuido a la incorporación de barcos que formaban parte de la flota que operaba en California, E.U.A. (Solis-Villa, 1981; Cisneros-Mata et al., 1987).

Posteriormente, en 1967, con el descubrimiento de grandes concentraciones de sardina en el Golfo de California, frente al Puerto de Guaymas, Sonora y la instalación de plantas harineras y cortadoras, se iniciaron operaciones industriales enfocadas principalmente sobre la sardina enlatada. A partir de entonces, el Puerto de Guaymas se convirtió en el principal puerto sardinero de México, y a su vez, la sardina en la actualidad es la base de la pesquería más importante en México en términos de biomasa (Sokolov y Wong, 1972; Solis-Villa, 1981; Cisneros-Mata et al., 1987; Hammann et al., 1988; Hammann, 1991).

Actualmente la pesquería de sardina en el Golfo de California está basada en varias especies: sardina monterrey (Sardinops sagax caeruleus), sardina crinuda (Opisthonema spp), sardina bocona (Cetengraulis mysticetus), macarela (Scomber japonicus), sardina del Japón (S. melanostica) y recientemente se ha incorporado a la pesquería la anchoveta norteña (Engraulis mordax) (Hammann y Cisneros, 1989). De ellas, la más importante por su biomasa es la sardina monterrey, que en el Golfo de California hasta la temporada 1987-1988 representó aproximadamente un 80% del total de las capturas (Cisneros-Mata

la proporción de la sardina monterrey en las capturas ha variado de 91.39% durante la temporada 1988-1989 a 51.65% en la temporada 1989-1990 aportando el resto la sardina crinuda que en la temporada de 88-89 fué de 4.11% y en la temporada 89-90 fué 29.96%, la anchoveta norteña (2.39% y 8.68% respectivamente) y otras especies como son la macarela y la sardina japonesa (Hammann et al., 1991).

Las áreas principales de captura en el Golfo de California corresponden a la región de Puerto Peñasco a Guaymas y en Bahía Concepción en la costa oriental de la Península de Baja California, siendo los principales puertos de desembarco Guaymas, Yavaros, Puerto Peñasco, Bahía Kino y Santa Rosalía (Solís-Villa, 1981). El tipo de barco utilizado en la captura es barco cerquero y camaroneros adaptados para la pesca de cerco, con eslora de 20 a 25m y un tonelaje desde 20 hasta 240 TM (Cisneros-Mata et al, 1988). El arte de pesca es red de cerco con jareta, con longitud de 275 a 550m, profundidad de 42 a 60m, bolsa de 55*55m y luz de malla en el cuerpo de 2.86cm y en la bolsa de 1.27 a 2.54cm. La temporada de pesca es de octubre a mayo, aunque desde 1978 se empezó a pescar además en los meses de verano (Lluch-Belda et al., 1986; Cisneros-Mata et al, 1988).

III.2 Biología

La sardina monterrey (Sardinops sagax caeruleus) es un pez marino pelágico formador de grandes cardúmenes que habita las aguas templadas del Pacífico Nor-oriental (Ahlstrom, 1960).

Esta especie se distribuye geográficamente desde el sureste de Alaska hasta Cabo San Lucas y Golfo de California, (Ahlstrom, 1960; Miller y Lea, 1972; Hart, 1973). Anteriormente se dividió a la población en tres razas o stock de acuerdo a variaciones merísticas y mediante el uso de antígenos de eritrocitos (Sprague y Vrooman, 1962; Murphy, 1966), el primero de ellos localizado desde Monterey, Calif. (37°N) hasta San Quintín B. C.(30°N) (subpoblación norteña), otro distribuido de San Pedro Calif. (33.5°N) hasta Cabo San Lucas (23°N) (subpoblación sureña) y un tercero distribuido a todo lo largo del Golfo de California (Clark, 1947; Phillips, 1948; Wisner, 1961; Vrooman, 1964). Radovich (1962, 1982) propusó un cuarto stock mas norteño basado en su patrón de distribución y la dinámica de la población el cual se distribuía desde British Columbia (Canadá) hasta Punta Concepción, Ca.

Sin embargo, en un estudio reciente basado en variación genética y morfométrica se concluyó que las subpoblaciones o razas son virtualmente idénticas geneticamente y que ha habido flujo genético entre ellas, que el cline en tamaño en edad es similar al observado en las subpoblaciones antes del colapso y que las diferencias morfológicas son una respuesta a factores medioambientales y no a aislamiento reproductivo (Hedgecock et al., 1989).

Los organismos capturados frente a California E.U.A. alcanzaron hasta 300mm de longitud estándar (LS), aúnque los

ejemplares capturados por la flota pesquera en el Golfo de California comunmente presentan tallas entre 135 y 175mm de longitud patrón (Cisneros-Mata, et al., 1988).

La sardina monterrey es una especie altamente migratoria, con movimientos periódicos y relacionados principalmente con cambios estacionales que operan en su área de distribución (Ahlstrom, 1960; Sokolov y Wong-Ríos, 1972, 1973). En la costa del Pacífico los adultos se dirigieron al sur a finales de otoño y principios de primavera con la finalidad de desovar y en el verano se trasladaron en dirección norte en busca de alimento (Clark y Janssen, 1945; Ahlstrom, 1959, 1960; Murphy, 1966).

La subpoblación del Golfo de California se distribuye a través de toda el área, siendo más abundante en la parte central del golfo entre Cabo Lobos y Punta Arboledas y también se caracteriza por movimientos migratorios. Los ejemplares adultos emigran del alto golfo hacia la región central frente a la costa de Sonora y Sinaloa con fines reproductivos en invierno y principios de primavera (Sokolov y Wong-Ríos, 1973; Sokolov, 1974; Hammann et al., 1988) donde desovan preferentemente en zonas de temperatura intermedias (15-17.5^{o}C) (Nevárez-Martínez, 1990). Anteriormente se hipotetizó que existía una deriva de huevos y larvas de la costa este a la costa oeste donde se piensa que se concentran los juveniles (Sokolov y Wong-Ríos, 1973; Sokolov, 1974) y que los penachos de agua fría que se forman en extensión de los cabos y promontorios principales,

facilitaban el transporte (Hammann et al., 1988). Sin embargo, en un estudio reciente basado en datos de distribución y abundancia de huevos y larvas por edad no se encontró evidencias que sostengan la teoría de deriva larvaria y así mismo se postuló que los penacho de agua fría y giros centrales más que trasportar los huevos y larvas hacia la costa oeste los retienen en el Golfo central (Nevárez, 1990; Hammann, 1991). En verano, los juveniles migran hacia la zona de Isla Angel de la Guarda, en donde se reunen con los adultos de la población, completando así el ciclo migratorio (Sokolov y Wong, 1973; Sokolov, 1974; Hammann, et al., 1988).

La sardina monterrey es un pez altamente gregario que forma cardúmenes de diferentes tamaños en o cerca de la superficie, variando los tamaños desde unas cuantas toneladas hasta cardúmenes de cientos de toneladas. Generalmente estos cardúmenes son homogéneos en las tallas de los organismos que los componen y los juveniles aparentemente no se presentan en los grandes cardúmenes tan característicos de los adultos (Ahlstrom, 1960).

Se han reportado organismos con edades hasta de 13 años en el Pacífico (Mosher y Eckles, 1954). Los ejemplares alcanzaron su madurez sexual a los dos años de edad, en la que presentaron una longitud promedio de 170mm (Ahlstrom, 1960). Dentro del Golfo de California se reportó que los organismos alcanzan su

(Torres-Villegas et al., 1986). Su reproducción es externa y el número de desoves por año que se ha estimado esta entre 12 y 20 (Torres-Villegas et al., 1986; Butler, 1987).

A lo largo de su vida, la sardina es presa de gran número de depredadores que habitan las mismas aguas. Los huevos y larvas de sardina monterrey son consumidos por organismos nectónicos incluidos juveniles y adultos de sardina, por organismos planctónicos como los copépodos, ctenóforos y medusas. Los juveniles y adultos son depredados por atunes, tiburones, macarela, merluza, mamiferos marínos y aves marinas (Ahlstrom, 1960).

Los clupeiformes son organismos planctófagos que puede actuar como alimentadores particulados, filtralimentadores o alimentadores facultativos (Durbin, 1979). En el género Sardinops se ha reportado que la sardina de sudáfrica Sardinops

normalmente consumidos por ésta especie (Alamo y Bouchon, 1987).

La sardina monterrey es un pez planctófago filtroalimentador, aunque también puede actuar como alimentador selectivo de partículas, principalmente en estadios larvarios en los cuales la principal fuente de alimentación son los huevos y nauplios de copépodos (Arthur, 1976; Ahlstrom, 1960). En la costa de Canadá se encontró que en la dieta de los adultos durante cuatro años consecutivos (1927-1930) las diatomeas y

y el fitoplancton es ingerido incidentalmente (Parr, 1940)

los adultos de sardina estuvo integrada por crustaceos principalmente copépodos y que al aumentar la longitud del organismos tambien aumenta la cantidad de fitoplancton en la dieta (Ramírez-Granados, 1958; CICIMAR, 1983). En el Golfo de

las branquiespinas (June y Carlson, 1971). Así mismo, se reportó que el área de filtración en el sábalo americano Alosa sapidissima aumentó con la longitud total del pez, y que, aparentemente así aumentó la "luz de malla" efectiva (Hammann, 1985). En las especies Sardinops ocellata y Engraulis capensis en las costas del suroeste de Africa se presenta un cambio en el régimen alimenticio de fitoplancton a zooplancton entre juveniles y adultos y se relacionó ese cambio de régimen alimenticio al desarrollo de la porosidad del aparato de filtración debido al traslape de las branquiespinas en el segundo, tercero y cuarto arco branquial y el espacio interbranquiespinal (King y MaCleod, 1976). En la anchoveta Engraulis anchoita se observó una estrecha relación entre aparición del fitoplancton en la dieta a una talla de 38mm y la talla a la que el aparato filtrador empieza a ser funcional (Ciechomski, 1967). Sin embargo en un estudio de los estadios de las branquiespinas de Engraulis mordax se encontró, a diferencia de muchas anchovetas, que no hubo un incremento en el número de branquiespinas con la longitud corporal (Hildebrand, 1943).

En el género Sardinops, al cual pertenece la sardina monterrey, las branquiespinas están acortadas en el ángulo que forman el arco superior y el inferior, y traslapadas por las branquiespinas del arco superior (Whitehead, 1985). Sin embargo no existe ningun estudio de la relación que tiene la dieta y

la morfología del aparato filtrador de la sardina monterrey.

IV AREA DE ESTUDIO

El Golfo de California es un mar marginal del Océano Pacífico Noroeste limitado por la península de Baja California en el oeste y el continente mexicano en el este; tiene una longitud y anchura promedio de 1000 km y 150 km respectivamente. Debido al exceso de evaporación sobre la precipitación se le ha caracterizado como una gran cuenca de evaporación; presenta un gran rango anual de temperatura y relativamente altas salinidades (Roden, 1964; Robles y Marinone, 1987; Bray, 1988).

En base a su hidrología se ha dividido al golfo en tres regiones principales: 1) la región norte, comprendida entre la boca del Río Colorado y la Isla Tiburón que se caracteríza por ser una zona somera con una profundidad promedio de 200m y amplios rangos de temperatura y salinidad; 2) la región central localizada entre la Isla Tiburón y Topolobampo que es una zona profunda con comunicación directa con el Océano Pacífico y presenta amplios rangos de salinidad y 3) la región sur comprendida entre Topolobampo y Cabo Corrientes.

El Golfo superior o región norte es escencialmente una plataforma continental semicircular que encierra las regiones más profundas alrededor del pedestal de Isla Angel de la Guarda. Tiene aproximadamente 300Km de largo y 125Km de ancho, con el 75% de esta área cubierta por menos de 200m de agua y la comunicación entre esta región con la región central del golfo se da principalmente a través del Canal de Ballenas. Este canal

esta demarcado por la Baja California en el Oeste y un largo umbral submarino contínuo del que emergen Angel de la Guarda, San Lorenzo y las pequeñas islas en el este. La profundidad en este canal excede los 1600m y el umbral de Salsipuedes en el extremo sur de el canal está entre tres islas en donde la profundidad se encuentra entre los 420 y 600 m. (Badán-Dangón et al., 1985).

La intensa fuerza de mareas, vientos, calor solar e interacción con el Océano Pacífico abierto crea una vigorosa circulación en el golfo. Esta circulación interactúa con la variable batimetría para crear un complejo espectro de energía cinética en tiempo y espacio, limitado principalmente a periodos menores de un mes (Badán-Dangón et al., 1985). Usando imágenes de satelite Fu y Holt (1984) describieron trenes de olas internas sobre los umbrales de la Cuenca Tiburón y el Canal de Ballenas, con amplitudes de 50m y atribuyeron el origen de estas olas a los amplios rangos de mareas (> 4m). Así mismo se han descrito parches constantes de agua fría en el Canal de Ballenas, delineados por un sistema de frentes cuya configuración depende de la dirección de los vientos locales, así como plumas de agua fría de surgencias que atraviesan la parte sur del golfo (Badán-Dangón et al., 1985).

La circulación general del golfo se caracteriza por una entrada de agua profunda y una salida de agua superficial (Gilbert y Allen, 1943; Roden, 1958) propuso un patrón de

circulación de tres capas: flujo hacia afuera entre los 50-250m, entrada entre los 250-500m y una capa superficial en la que la dirección del transporte cambia con cambios estacionales a gran escala en función de los vientos. Se ha observado que el flujo superficial promedio durante febrero y abril es hacia fuera del golfo (Wyllie, 1966) y que la mayor parte de este flujo sale a lo largo de la costa de Baja California (Rosas-Cota, 1977). En junio, el flujo superficial se revierte, entrando al golfo a través de la boca, principalmente la parte central y este, y persiste hacia el norte como una corriente que cambia hacia el este en agosto (Rosas-Cota, 1977).

Las surgencias, determinadas por la divergencia del

V METODOS Y MATERIALES

V.1 Trabajo de campo

Los muestreos se llevaron a cabo en tres sitios durante los días 21 y 22 de febrero de 1990 en la zona comprendida en un triangulo formado por Cabo Tepopa Sonora, Isla Patos y el norte de Isla Tiburón en el Golfo de California a través del B/M Sardina VI de la flota comercial que opera en Guaymas Sonora, México (Fig. 1).

Las muestras fueron colectadas con red de cerco de 500m de longitud, 40m de profundidad y luz de malla en el cuerpo de 2.86cm. Los ejemplares fueron obtenidos con ayuda de una cubeta en el momento que eran vaciados de la red a la bodega con la campana de succión. Con un ictiometro de 0.5mm de presición se midió su longitud patrón (LP) y se les inyectó aproximadamente 2ml de formol al 10% neutralizado con borato de sodio a la cavidad corporal, con la finalidad de detener lo más rápidamente posible el proceso de degradación de los contenidos estomacales. Inmediatamente después se congelaron los individuos para posteriormente procesarlos en el laboratorio del Centro Regional de Investigación Pesquera, SePesca - Guaymas.

En total se colectaron 127 ejemplares en un rango de tallas

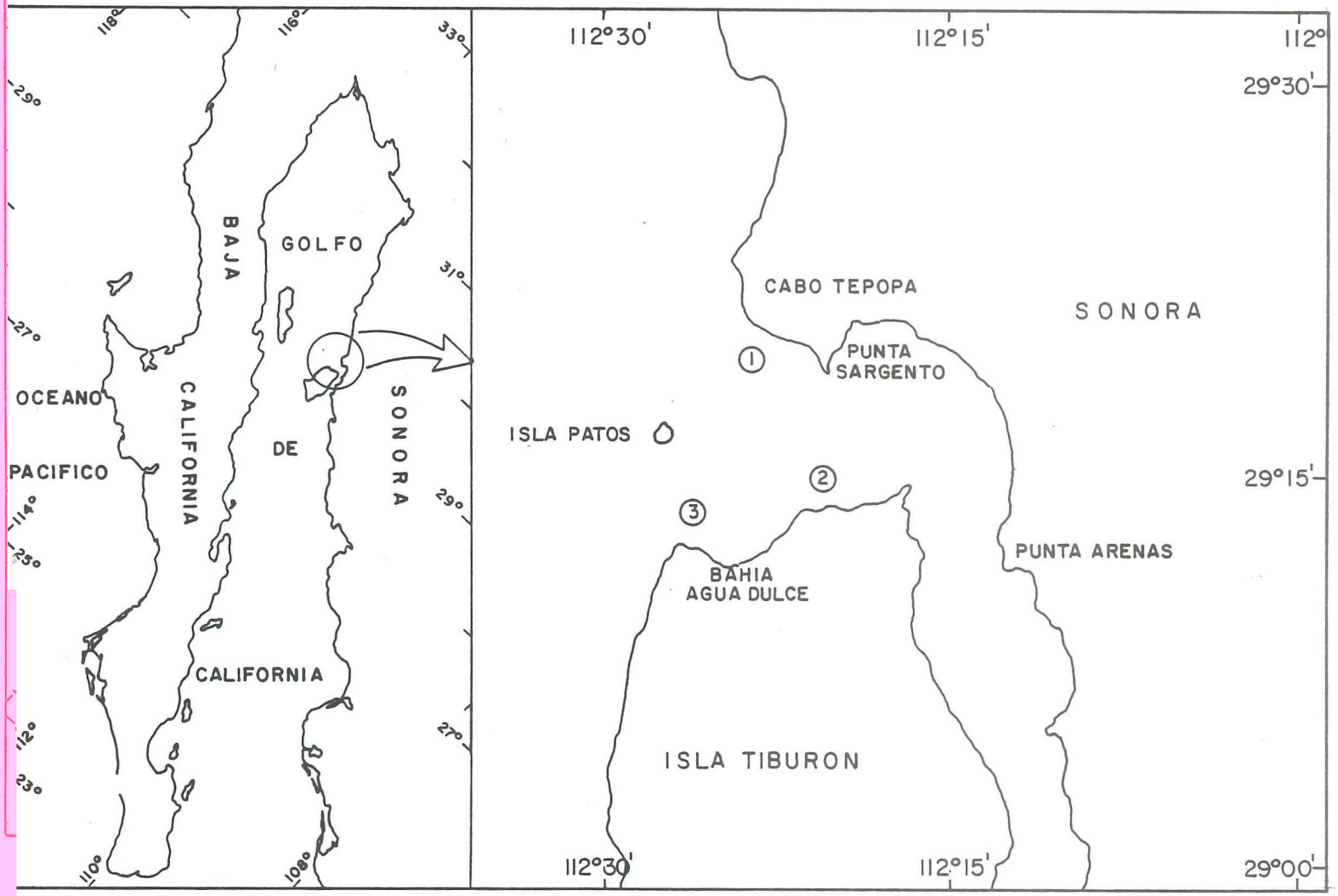


FIGURA I. LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES

10 ejemplares de cada una de las clases de talla con intervalo de 5mm de LP desde 95 hasta 184mm, posteriormente se agruparon en tres grupos de talla: 95-100mm (chicos), 126-160mm (medianos) y 161-184mm (grandes). Las clases de talla se seleccionaron para cubrir todas las tallas de las capturas comerciales reportadas (Cisneros-Mata, et al., 1987) y el tamaño de muestra se escogió lo suficientemente grande para cubrir el tamaño mínimo de muestra que se determinó posteriormente en el laboratorio del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE). Sin embargo las clases de talla de 100 a 125mm no se cubrieron debido a que los pocos organismos que se presentaron en las capturas tenían sus estómagos vacios.

Con la finalidad de tener un registro de las presas disponibles y así poder llevar a cabo el estudio de selectividad, en cada una de las estaciones de colecta antes de levantar la red se realizó un arrastre vertical de plancton desde 16m de profundidad a la superficie con una red ar[illegible] de boca y luz de malla de 50μm equipada con flujometro; la muestra fué preservada en formol al 4% neutralizado con borato de sodio para su posterior análisis en laboratorio.

Una vez en el laboratorio del Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas, los ejemplares de sardina fueron nuevamente medidos (para obtener el factor de corrección por congelamiento), pesados y se les determinó el sexo. Se extrajó de la cavidad [illegible]

la pérdida de contenidos estomacales debida a la manipulación de los ejemplares, se ató el tubo digestivo en el esfínter pilórico y la parte media del esófago con hilo de algodón, se inyectó 1 ml de formol al 10% neutralizado con borato de sodio y se cortó. Se disectó solo esa parte del tubo digestivo para evitar el error que se originaría en el análisis de los contenidos estomacales por :

a) las partículas que el pez ingiere en el momento de la colecta y que se encuentran en la boca y esófago.

b) la cantidad elevada de materia orgánica no identificable que se encuentra en el intestino después de ser digeridos los grupos alimenticios.

Para el análisis morfológico del aparato de filtración se disectó la cabeza del organismo cuidando no dañar los arcos branquiales y con la parte del tubo digestivo previamente mencionada, se preservaron en formol al 10% para ser analizados en el laboratorio del CICESE.

V.2 Trabajo de laboratorio y análisis de los datos

El trabajo de laboratorio fue dividido en tres partes: análisis de muestras de plancton, análisis de los contenidos estomacales y el análisis de la morfología funcional del aparato filtrador.

V.2.1 Plancton

ncton fueron fraccionadas con tamiz de

tículas mayores de 450μm (principalmente

Las muestras de pla

450 μm en dos partes: par

zooplancton) y partículas menores de 450μm (principalmente fitoplancton). Cada fracción se colocó en frascos debidamente etiquetados con 100ml de formol al 4% neutralizado. A la fracción menor de 450μm se le añadió además 1 ml de Lugol (Anexo 1) con la finalidad de teñir los grupos para la identificación, además de que el iodo (constituyente del Lugol) ayuda en la precipitación de los grupos que cuentan con apendices accesorios para la flotación (Asociation The Baltic Marine Biologist, 1979).

La fracción mayor de 450μm se revisó en su totalidad con la ayuda de un microscopio estereoscópico Wild-Herbrug 4-50X equipado con micrómetro ocular que previamente fué calibrado con un micrómetro de platina Zeiss 5 ± 100/100mm. El análisis consistió en la identificación y conteo de los grupos taxonómicos hasta los taxones más bajos posibles siguiendo las claves propuestas por Smith (1977) y Massutti y Margalef (1950).

Antes del análisis de la fracción menor de 450μm se intentó homogenizar la muestra con agitador magnético, pero debido a que se fraccionaban los taxones formadores de cadenas, se procedió a la homegenización de la muestra con aereación con ayuda de una bomba de oxígeno para pecera (Asociation The Baltic Marine Biologist, 1979). Debido a la gran abundancia de organismos menores de 450μm se tomaron alícuotas de 33μl con una pipeta Pasteur. El número mínimo de gotas que se revisó para que fuera representativo el submuestreo se determinó

siguiendo el método gráfico propuesto por Pielou (Pielou, 1966) que consiste en el graficado de la fracción de alícuota contra el número de grupos presa acumulativos. El punto donde la curva se establece se considera el tamaño mínimo de muestra (Sokal y Rohlf, 1981; Díaz Díaz [illegible]

[illegible] Marine Biologist, 19[illegible]) con un microscopio óptico Zeiss 100X equipado con micrómetro ocular que previamente fué calibrado con micrómetro de platina Zeiss 5+ 100/100mm . La identificación se llevó a cabo siguiendo las claves propuestas por Hendey (1964), Cupp (1943), Melchiorri (1976), y Steidinger y Williams (1970). Se contó el número de organismos por taxón y además en los taxones formadores de cadenas se contó el número de organismos que formaban la cadena. Después de revisada la submuestra se extrapoló al total de la muestra mediante una regla de tres.

Las muestras [illegible]

de este índice posteriormente se combinaron los datos de las estaciones. Estos datos se utilizaron para el cálculo de selectividad por tipo de partícula.

El tamaño de las partículas que integraron la muestra de plancton se obtuvó mediante medición directa de su longitud con el micrómetro ocular y con estos datos se obtuvo la distribución de frecuencias por tamaño de partícula para posteriormente compararla con la distribución de frecuencias de las partículas de la dieta como se detalla en el análisis de selectividad por tamaño de partícula.

V.2.2 Contenidos estomacales

El número de estómagos que se análizaron para cada una de las clases de talla con intervalo de 5mm de LP de los ejemplares de sardinas se determinó usando el método gráfico propuesto por Pielou (1966) que previamente fué descrito en el análisis de plancton. Los estómagos se abrieron con un equipo de disección y el contenido se vació en una caja de petri. Con una piseta con agua se lavaron las paredes internas del estómago con la finalidad de colectar todos los contenidos estomacales y el líquido se recogió en la misma caja de petri. Se les añadió

al., 1972). Las muestras permanecieron en esta solución el tiempo necesario para separar las partículas (24-48 horas), despues de lo cual las muestras se dividieron en partículas >450μm y partículas <450μm con la ayuda del tamiz de 450μm que se utilizó para fraccionar las muestras de plancton.

El análisis de las fracciones >450μm y <450μm se llevó a cabo siguiendo la misma metodología que se utilizó en el análisis de las muestras de plancton. Además del conteo y la identificación se determinó indirectamente el volumen de cada uno de los taxones. Debido a que existían taxones muy pequeños, no fué posible medir directamente el volumen, por esta razón se determinaron volumenes geométricos siguiendo una serie de combinaciones de las fórmulas de cuerpos geométricos más conocidos propuestos por la Asociation of The Baltic Marine Biologist (1979)(Anexo 2).

V.2.2.1 Descripción de la dieta

El análisis estadístico de los contenidos estomacales de los ejemplares de sardina examinados se llevó a cabo de tres formas: a) análisis general de la dieta, b) análisis por tres grupos de talla y c) análisis por clases de talla de 5mm de longitud patrón.

a) Análisis general de la dieta.- del total de los contenidos estomacales de los ejemplares de sardina examinados se analizó la dieta mediante el porcentaje del índice de importancia relativa (%IIR; Pinkas et al., 1971) cuya fórmula es:

$$\%IIR = \%\ \text{numérico} + \%\ \text{volumetrico} \times \%\text{frecuencia de ocurrencia} \quad (1)$$

en donde :

$$\%N = \frac{\text{número de individuos del taxón presa i}}{\text{número total de individuos en contenidos}} \times 100 \quad (2)$$

$$\%V = \frac{\text{volumen de taxón presa i}}{\text{volumen total de contenidos}} \times 100 \quad (3)$$

$$\%FO = \frac{\#\ \text{de estómagos en la muestra con taxón presa i}}{\#\ \text{total de estómagos en la muestra}} \times 100 \quad (4)$$

Para la enumeración de los individuos por taxón, en el caso de los taxones formadores de colonias se tomó un número promedio de células por cadena debido a que cada cadena representa una oportunidad alimenticia. El número promedio se determinó cuantificando el número de células que formaban cada cadena de las muestras de los arrastres simultáneos de plancton que se llevaron a cabo y de revisión de las claves de Hendey (1964) y Cupp (1943). El número de celulas por cadena para cada género así como su media y desviación estándar se detallan en la tabla I.

La determinación de volumen de los grupos alimenticios se llevó a cabo siguiendo las fórmulas estequiométricas propuestas por Asociation The Baltic Marine Biologist (1979) y otras combinaciones que se detallan en el Anexo 2. Los volumenes promedios para los taxones más importantes se muestran en la

Tabla II.- Volumen promedio de los taxa alimenticios más comunes encontrados en los contenidos estomacales.

Taxón	Volumen (mm^3)
Copepodo calanoide	6.69×10^{-2}
Copepodo ciclopoide	6.60×10^{-2}
Braquiuro	4.94×10^{-1}
Coscinodiscus spp	1.33×10^{-2}
Thalassiossira spp	1.10×10^{-4}
Lithodesmium sp	5.10×10^{-5}
Chaetoceros spp	3.29×10^{-6}
Nitszchia sp	3.60×10^{-6}
Stephanopyxis sp	1.70×10^{-4}
Planctoniella sp	2.82×10^{-6}
Protoperidinium spp	4.60×10^{-4}
Prorocentrum spp	4.24×10^{-4}
Gimnodinium spp	1.78×10^{-4}
[illegible]	[illegible]

transformaron los datos de porcentajes en número (%N) y volumen (%V) utilizando la transformación Log (Y+0.5) y se realizó un análisis de varianza de una vía entre los ejemplares de cada grupo para determinar si existían diferencias significativas en la dieta. No se encontró una diferencia significativa (ANOVA, $p > 0.05$), por lo que se caracterizó la dieta de cada grupo mediante el promedio del porciento en volumen (%V), promedio del porciento en número (%N) y la frecuencia de ocurrencia (%FO) por taxón y estos datos fueron utilizaron posteriormente para el análisis del traslape (ver adelante).

c.- Análisis por clases de talla.- Para hacer un exámen más detallado de las dietas de sardina, se agruparon estas en clases de talla de 5mm de longitud patrón desde 95mm hasta 184mm, y se consideraron tres medidas de dieta para cada clase de talla: porciento en frecuencia de ocurrencia (%FO), promedio de porciento numérico (%N) y promedio de porciento en volumen (%V) (Amezaga-Herran, 1988).

V.2.2.2 Traslape

Con la finalidad de detectar posible competencia por alimento entre los juveniles y adultos, se evaluó el traslape de dieta entre los tres grupos que se definieron en el análisis de alimentación mediante dos índices de traslape, ya que según Wallace (1985) se recomienda utilizar dos o más indíces debido a que ningún índice es 100% confiable. Este mismo autor recomienda el uso del Indice de Schoener (Schoener, 1970) como

el más robusto en la ausencia de datos de disponibilidad del recurso en el medio y el índice de traslape específico (SO) de Petraitis (Petraitis, 1979) cuando existen datos de disponibilidad del recurso en el medio. En este trabajo se analizaron los datos utilizando los dos índices, habiendo concordancia entre los resultados cuando utilizan como indicador de la abundancia el porciento en número.

El Indice de Schoener mide el traslape entre pares de especies, en este caso pares de grupos de ejemplares de sardina y fluctúa de 0 (utilización de recurso diferente) a 1 (utilización del mismo recurso). Según Zaret y Rand (1971) y Mathur (1977) el traslape en este índice se considera biológicamente significativo cuando el valor excede 0.60

$$\textbf{SCHOENER} \quad \alpha = 1 - 0.5 \cdot \left(\sum_{i=0}^{i=n} | p_{xi} - p_{yi} | \right), \qquad (5)$$

donde:

p_{xi} = proporción de taxón i en la dieta de la especie x

p_{yi} = proporción del taxón i en la dieta de la especie y

n = número de taxones alimenticios.

El Indice de traslape específico (SO) mide la probabilidad de que el uso relativo de un recurso alimenticio (la curva de utilización del recurso; Petraitis, 1979)) de un grupo de ejemplares de sardina haya sido extraída de la curva de utilización de otro grupo. Los valores de este índice van de

0 a 1.

$$SO_{1,2} = e^{E_{1,2}} \quad (6)$$

$$SO_{2,1} = e^{E_{2,1}} \quad (7)$$

respectivamente, donde:

$$E_{1,2} = \sum_{j}^{r} (p_{1j} \ln p_{2j}) - \sum_{j}^{r} (p_{1j} \ln p_{1j}) \quad (8)$$

$$E_{2,1} = \sum_{j}^{r} (p_{2j} \ln p_{1j}) - \sum_{j}^{r} (p_{2j} \ln p_{2j}) \quad (9)$$

r = número de taxones alimenticios

p_j= proporción del taxón j

j = taxón

La significancia del indice de Petraitis se probó con el estadístico "U" de Wilcoxon. Todos los cálculos del índice de Petraitis se realizaron con el paquete estadístico "Statistical Ecology" (Ludwing and Reynolds, 1988).

V.2.2.3 Selectividad

a) Selectividad por tipo de alimento - Con las frecuencias relativas por taxón en el medio y las frecuencias relativas de los taxones existentes en los contenidos estómacales, se calculó la selectividad por taxón para cada uno de los tres grupos de sardina mediante el Indice de Electividad de Ivlev (1961) y el Indice Lineal de Strauss (1979), debido a que el índice de electividad de Ivlev es uno de los más utilizados en estudios

de selectividad alimenticia en condiciones de laboratorio por su eficiencia en detectar selectividad por presas, mientras que el Indice Lineal de Strauss, el cual está fundamentado en el supuesto de que existe una relación lineal entre las presas disponibles en el medio y las presas consumidas, se ha utilizado más frecuentemente en estudios de campo. Estos índices fluctuan de -1 a +1 representando el valor de cero selección azarosa o no selección, valores negativos evasión de la presa y valores positivos selección de la presa. Se ha supuesto que valores menores de 0.2 (positivos o negativos) no son significativos biológicamente (Strauss,1979; Pearre, 1982).

$$\text{IVLEV} \quad E_i = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i} \tag{10}$$

$$\text{STRAUSS} \quad L_i = r_i - p_i \tag{11}$$

Donde:

r_i = abundancia relativa del taxón presa i en el estómago del depredador.

p_i = abundancia relativa del mismo taxón en el medio ambiente.

b) Selectividad por tamaño de partícula.- Para determinar la selectividad por

por tamaño de partícula en el

s por tamaño de partícula en

entre las frecuencias relativas

medio y las frecuencias relativa

los estómagos para cada clase de talla

relativas de los taxones en el medi

frecuencias esperadas y las frecuencias

en los estómagos como las frecuencias

Con la finalidad de ver diferencias

de tamaño de partícula por clase de

ejemplares de sardina, se realizaron p

mediante tablas de contingencia de 2

pinas que los forman, así

co (izquierda y derecha).

como la unión de las dos partes del ar

Así mismo, antes de cortar la boca para extraer los arcos branquiales, se midió la altura y ancho máximo de la boca mediante un vernier con precisión de 0.005mm (Fig. 2)

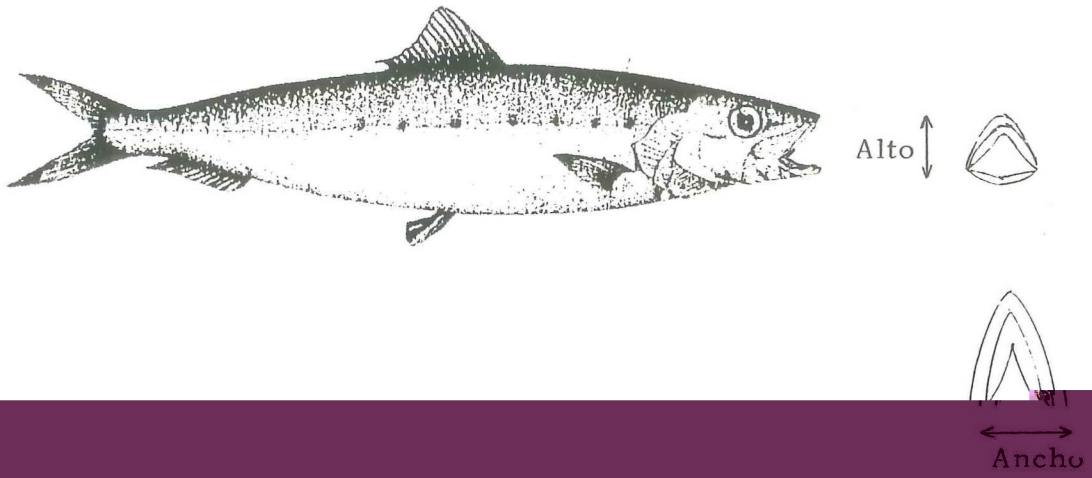


Figura 2. Mediciones de altura y ancho máximo de la boca de los ejemplares de sardina colectados.

V.2.3.2 Desarrollo

A las cabezas de los peces que se utilizaron para el análisis de los contenidos estomacales, se les comprobó la similitud entre las branquiespinas de los dos lados de las branquias mediante una prueba t de Student entre la longitud promedio de las branquiespinas de cada lado (t= 0.59;p=0.05) no encontrandose diferencias significativas, por lo cual se les extrajo la estructura branquial derecha (King y Macleod, 1976).

Se disectó el primer arco branquial de los otros cuatro con ayuda de un microscopio estereoscópico Wild Herbrugg 4-50X para evitar perdidas o daños de las branquiespinas.

Con el fin de describir el desarrollo funcional del aparato filtrador de la sardina, con un micrómetro ocular previamente calibrado con micrómetro de platina Zeiss 5± 100/100mm a este primer arco branquial se le tomaron las siguientes mediciones (Fig. 3):

a) Longitud total del arco branquial (LA_t) y de los arcos superior (LA_s) e inferior (LA_i).

b) Número de branquiespinas funcionales del arco total (NF_t), superior (NF_s) e inferior (NF_i).

c) Número de branquiespinas en el arco total (NB_t) y los arcos superior (NB_s) e inferior (NB_i).

d) Longitud promedio de las branquiespinas del arco total (LB_t), superior (LB_s) e inferior (LB_i).

e) Ancho promedio máximo de las branquiespinas del arco total (AB_t), superior (AB_s) e inferior (AB_i).

f) Profundidad promedio máxima de las branquiespinas del arco total (PB_t), superior (PB_s) e inferior (PB_i).

g) Espacio promedio interbranquiespinal del arco total (EI_t), superior (EI_s) e inferior (EI_i).

h) Longitud promedio de los denticulos de la branquiespina.

Para las mediciones **c** a **f** se consideró el arco branquial dividido en tres seccióones A, B y C (Fig. 3). Esta división se

hizo considerando los tres huesos que conforman el arco branquial, el arco inferior esta compuesto por los huesos hipobranquial (A)

r arco branquial izquierdo con detalle
Hammann, 1985).

en los huesos del arco por lo que se tuvó cuidado en la disección de las laminillas branquiales de que no se fuera la parte del tejido conectivo que cubre a las branquiespinas normalmente. La medición del ancho y profundidad de las branquiespinas, así como del espacio interbranquiespinal se llevó a cabo en la parte media de las branquiespinas. Con la finalidad de caracterizar el desarrollo del aparato de filtración, con los datos de las medidas del arco branquial y de la boca se hicieron regresiones lineales entre la medida promedio y la longitud de las sardinas.

Se contaron las branquiespinas funcionales para obtener la relación del porcentaje de branquiespinas funcionales con la longitud del organismo y se midió la altura de los dentículos para obtener la relación entre altura del dentículo con la longitud del organismo. Se hicieron regresiones lineales del porcentaje de branquiespinas funcionales por talla de sardina. Así mismo para determinar la relación que tienen la altura de los dentículos con la longitud de los organismos se realizó una regresión lineal. Todas las regresiones se llevaron a cabo con el paquete estadístico SYSTAT que utiliza el algoritmo QUASI-NEWTON.

VI RESULTADOS

VI.1 Plancton

En los arrastres de plancton en total se encontraron 83 taxones, siendo los más importantes como fuente de alimento

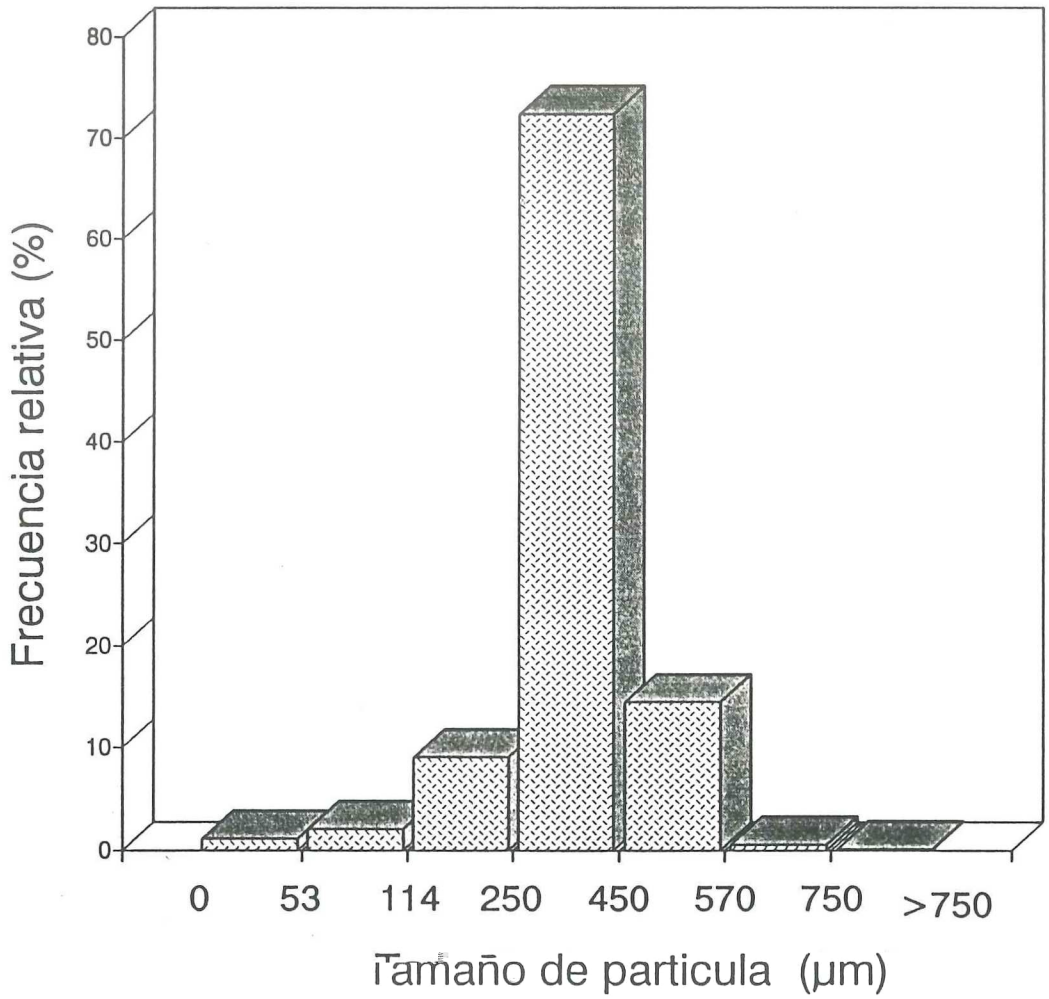


Figura 5. Frecuencia relativa de tamaño de partícula en el plancton.

En la figura 5 se puede observar que aproximadamente el 70% de las partículas disponibles se encuentran entre 450μm y 250μm de tamaño siguiendo en importancia las partículas entre 450μm y 570μm (16%) y partículas entre 114μm y 249μm (10%), siendo las partículas < 114μm y > 570μm escasas(4%).

VI.2 Contenidos estomacales

V.2.1 Descripción de la dieta

Se revisaron cinco estómagos por cada una de las clases de talla que fué el tamaño mínimo requerido para que fuera representativo el muestreo (Pielou, 1966). Las clases de talla de 100mm a 125mm no se reportan en los resultados debido a que los pocos ejemplares colectados en esas tallas tuvieron sus estómagos vacíos. En total se revisaron los contenidos estomacales de 90 ejemplares de sardina monterrey en un rango de tallas de 95-184mm de longitud patrón ($\bar{X}$= 155±14.26) con un peso promedio de 64.9±20.2 gr y una proporción sexual de 1.28:1 hembra:macho, de los cuales el 27% se encontraron vacíos. Debido

con siendo el zooplancton escaso y en estadios larvarios. Se encontraron organismos de tres Phylum, cuatro clases, seis ordenes, tres secciones y tres subordenes

de zooplancton. De fitoplancton se encontraron organismos de dos divisiones, cinco clases y cinco familias (Anexo 2). El taxón dominante en la dieta de acuerdo al Indice de Importancia Relativa fué el de los Coscinodiscus spp (67.3%), siguiendole en importancia los géneros Thalassiossira spp (8.2%), Protoperidinium spp (5.1%) y Nitzschia spp (4.1%) (Fig. 6).

Como se puede observar en la figura 7 el taxón más importante

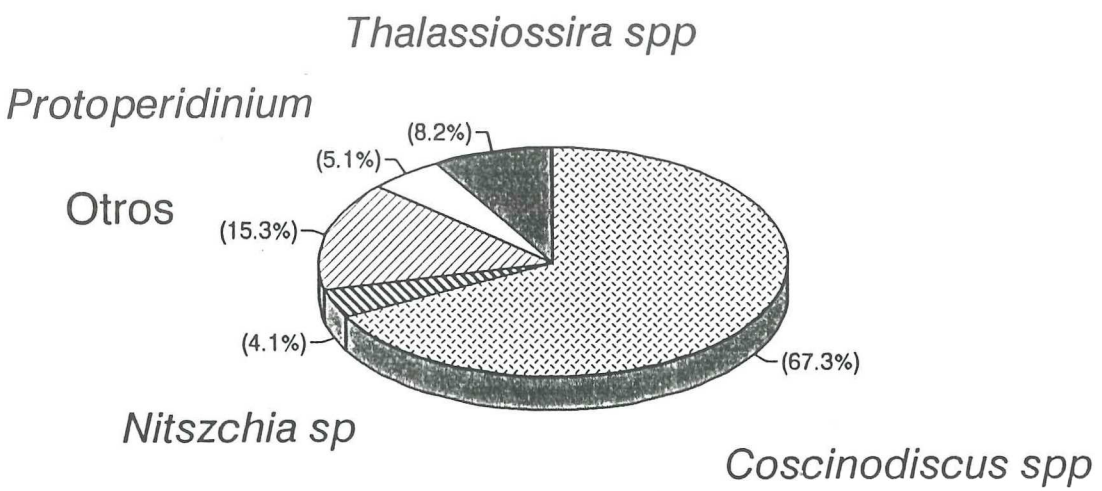


Figura 6. Porciento de Indice de Importancia Relativa para los taxa más importantes de la dieta de las sardinas examinadas.

= 1.37±0.38) y los grandes (N = 20, H' = 1.70±0.19). Sin embargo esta diferencia en las diversidades no fue estadísticamente significativa (Kruskal-Wallis 0.21, p = 0.896).

b) Descripción de la dieta por clases de 5mm de talla - En terminos generales el taxón dominante en la dieta de todas las clases de talla de sardina monterrey fueron los Coscinodiscus spp (Fig. 8). Se observó una tendencia a incrementar la

as otras tallas (Tabla V). Coscinodiscus que es el taxón nante en las otras tallas en esta en particular solo esentó el 6.3 %N y el 54.8 %V. El zooplancton (principalmente uiuros, copepodos calanoides y paguridos) representó ximadamente el 30 porciento en volumen.

de l
domi
repr
braq
apro

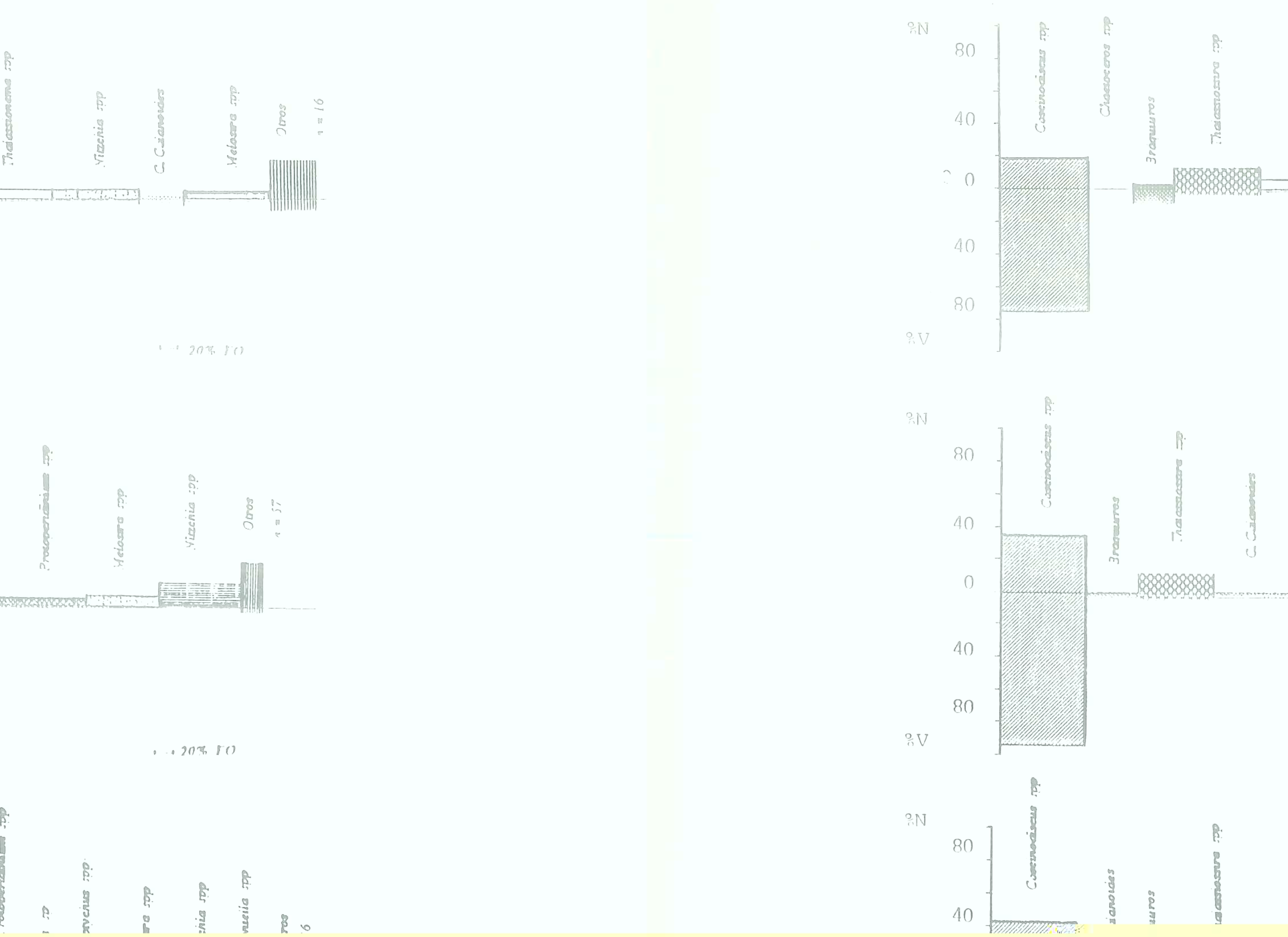

%N
80
40
0
40
80
%V
Coscinodiscus spp
Chaetoceros spp
Braquiuros
Thalassiosira spp
C. Cianoides
Thalassionema spp
Nitzschia spp
Melosira spp
Otros
n = 16
n = 17
20% FO
Protoperidinium spp

Tabla IV.- Porciento numérico (A) y porciento volumétrico (B) de los taxa más frecuentes en los contenidos estomacales para cada una de las clases de talla de los ejemplares de sardina monterrey examinados.

Porciento numérico:

[redacted]

Gymnodinium spp	2.10	0.00	0.00	0.00	1.80	0.70	1.27	0.16	0.00	0.38	0.33	0.04	0.00
Melosira spp	2.10	8.30	8.10	0.00	12.00	3.10	3.30	4.50	2.30	2.40	5.00	0.30	0.00
Nitzschia sp	2.90	8.80	4.10	25.00	19.00	15.00	14.00	21.30	0.00	12.10	4.70	5.60	2.90
Pyrocistis sp	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Leptocilindricus sp	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planctoniella sp	0.30	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	2.70	0.00	0.00	0.20	0.00
Thalassionema sp	0.50	1.80	0.03	10.00	10.00	9.00	12.00	10.00	0.62	1.40	5.40	2.40	1.89
Lithodesmium sp	0.50	5.00	0.00	3.50	7.00	3.60	5.00	5.40	1.22	0.67	1.27	1.03	3.68
Protoperidium spp	0.20	5.00	8.10	1.30	2.50	2.40	4.50	5.00	24.20	10.00	5.20	13.40	23.50
Navicula spp	0.00	0.00	3.20	0.50	0.90	1.26	0.93	0.43	0.73	0.65	1.00	0.63	1.50
Diplopsalis sp	0.00	0.02	3.20	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Actinoptychus sp	0.00	3.20	13.00	0.55	1.95	2.30	2.25	1.99	5.00	3.20	6.50	2.17	0.00
Prorocentrum sp	0.00	3.00	5.00	0.09	1.25	0.69	0.57	0.42	0.14	0.18	0.22	13.30	1.18
Calóneis sp	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dinophysis sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	2.30	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros	4.80	11.30	4.27	3.75	1.39	7.65	5.71	3.70	2.99	94.34	2.67	9.38	1.15

Tabla IV. Continuación.....

Porciento volumétrico.

B) Taxòn/Tallas (mm)	95-99	125-129	130-134	135-139	140-144	145-149	150-154	155-159	160-164	165-169	170-174	175-179	180-184
C. calanoide	7.60	0.00	0.20	0.12	3.13	4.20	0.68	0.90	1.04	6.80	0.46	0.81	1.10
C. ciclopoide	1.36	0.00	1.80	0.50	0.03	0.26	0.42	0.38	0.53	0.17	0.31	0.34	0.24
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.00	0.00	5.40	
Coscinodiscus spp	54.80	93.20	89.60	91.00	87.00	76.00	93.00	91.00	93.10	88.40	87.50	90.00	[illegible]
Chaetoceros spp	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Thalassiossira spp	5.20	5.20	5.00	2.76	2.50	0.63	0.89	1.04	1.61	1.17	0.89	0.89	1.20
Gimnodinium spp	0.24	0.00	0.00	0.00	0.09	0.02	0.05	0.01	0.00	0.01	0.33	0.04	0.00
Melosira spp	0.04	0.05	0.08	0.00	0.59	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
Nitzschia sp	0.03	0.03	0.02	0.07	0.04	0.04	0.04	0.07	0.00	0.03	0.01	0.02	0.01
Pyrocistis sp	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Leptocilindricus sp	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planctoniella sp	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Thalassionema sp	0.01	0.08	0.01	0.06	0.07	0.05	0.08	0.07	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01
Lithodesmium sp	0.07	0.23	0.00	0.14	0.11	0.14	0.19	0.25	0.04	0.02	0.40	0.05	0.02
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible] ejemplares de sardina (95-100mm, 126-160mm y [illegible]

entre los grupos 2 y 3 (0.92). Sin embargo se debe recordar que este índice no toma en cuenta la disponibilidad del recurso alimenticio en el medio.

Para el índice de traslape específico de Petraitis (SO) con el promedio del porciento en número se observaron valores desde 0.07 hasta 0.51. Este mismo índice utilizando el promedio del %V fluctuó desde 0.49 hasta 0.90, valores que sugieren nuevamente la existencia de dietas diferentes.

De los resultados anteriores se observó que el grupo 1 y 3 son grupos que utilizan el recurso (alimento) de manera diferente y el grupo de 126-160mm es un grupo de transición entre ambos como lo ejemplifica la figura 9a y b. Como se observa en el diagrama del índice de traslape específico (Fig. 9), existe un corrimiento en el traslape de la dieta con la talla, de tal forma que los peces más pequeños y los más grandes presentan el menor valor del traslape, indicando dietas diferentes.

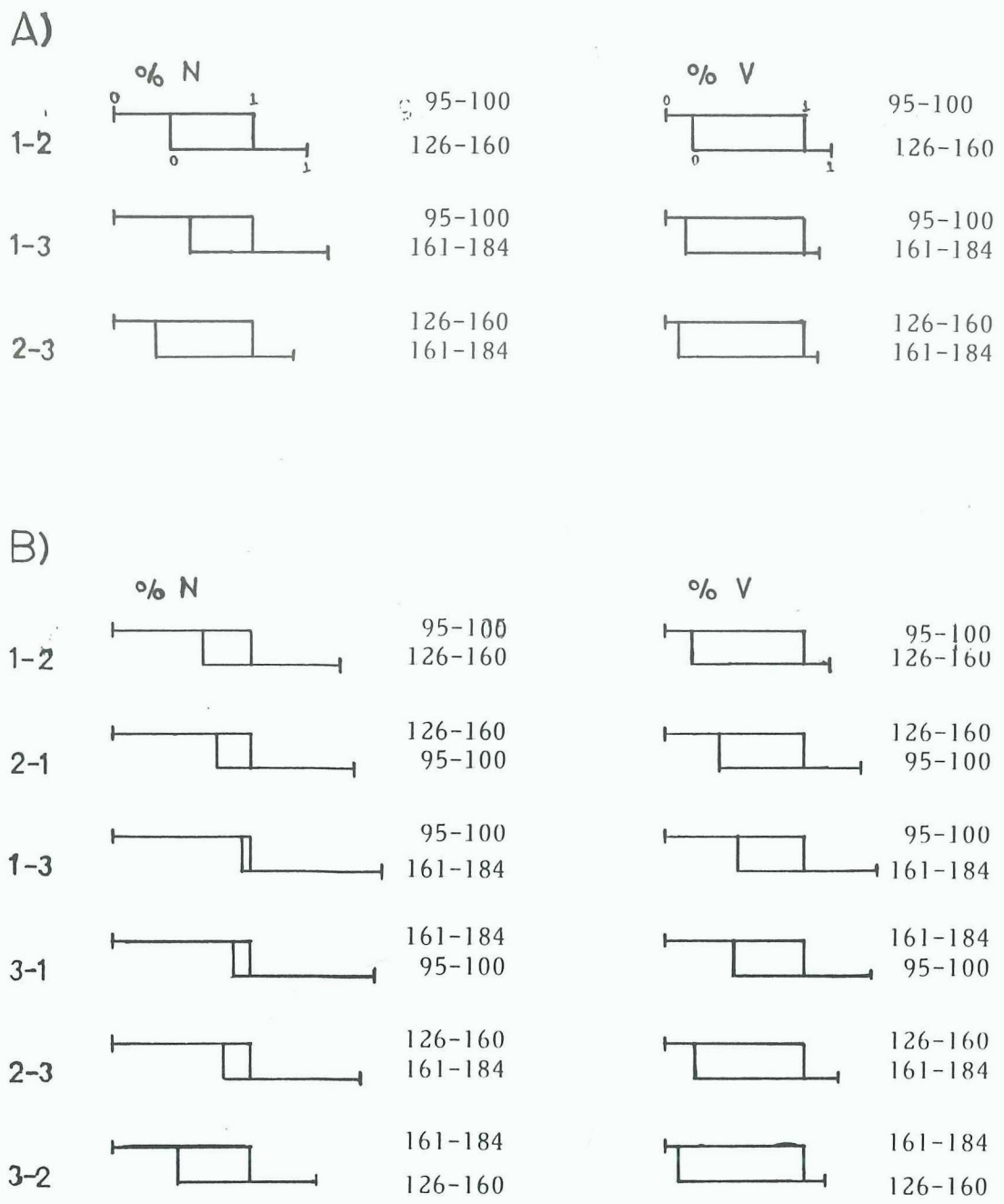


Figura 9. Indices de traslape de Schoener (a) y de Petraitis (b) entre pares de grupos de ejemplares de sardina examinados (grupo 1=95-100; grupo 2 = 126-160mm; grupo 3= 161-184mm).

V.2.3 Selectividad

que con el índice lineal de stress los valores obtenidos muy

Tabla VI.- Indices de Selectividad de Ivlev y Strauss de los taxa alimenticios más representativos para los tres grupos de talla de ejemplares de sardina monterrey examinados.

Taxon alimenticio	Longitud patron (mm)					
	95-100mm		126-160mm		161-190	
	Ivlev	Strauss	Ivlev	Strauss	Ivlev	Strauss
Copepodo calanoide	-0.6110	-0.0020	-0.4917	-0.0023	-0.3283	-0.0017
Copepodo ciclopoide	-0.6780	-0.0003	-0.5283	-0.0007	-0.5644	-0.0008
Braquiuro	-0.3530	-0.0008	-0.3421	-0.0002	-0.3335	-0.0002
Molusco	-0.3531	-0.0002	0.95720	0.00021	0.64670	0.00001
Huevo de peces*	-1.0000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Coscinodiscus spp	-0.3563	-0.2113	-0.0759	-0.0567	0.01929	0.01582
Navicula spp	-1.0000	-0.0030	0.60160	0.00916	0.48114	0.00562
Dinophisys spp	0.90540	0.00493	0.90134	0.00470	0.99657	0.14992
Prorocentrum spp	0.00000	0.00000	0.99235	0.00364	1.00000	0.02967
Favella sp	-1.0000	-0.0004	0.51246	0.00098	0.96838	0.02871
Thalassiossira spp	0.58262	0.10360	0.55411	0.09231	-0.7777	-0.1063
Chaetoceros spp	0.31118	0.13943	-0.8832	-0.1447	-0.9680	-0.1518
Dissodinium sp	1.00000	0.00831	1.00000	0.00004	0.00000	0.00000
Amphisolenia spp	0.93158	0.00500	0.40091	0.00024	-1.0000	-0.0001

*No incluye huevos de clupeiformes.

b) Selectividad por tamaño de partícula - En la tabla VII se presentan las frecuencias relativas por tamaño de partícula para cada una de las clases de talla de ejemplares de sardina monterrey, en la figura 11 se muestran las distribuciones de frecuencias para las clases de 95-99mm, 135-139mm, 155-159mm y 180-184mm. Se escogieron estás tallas como representativas

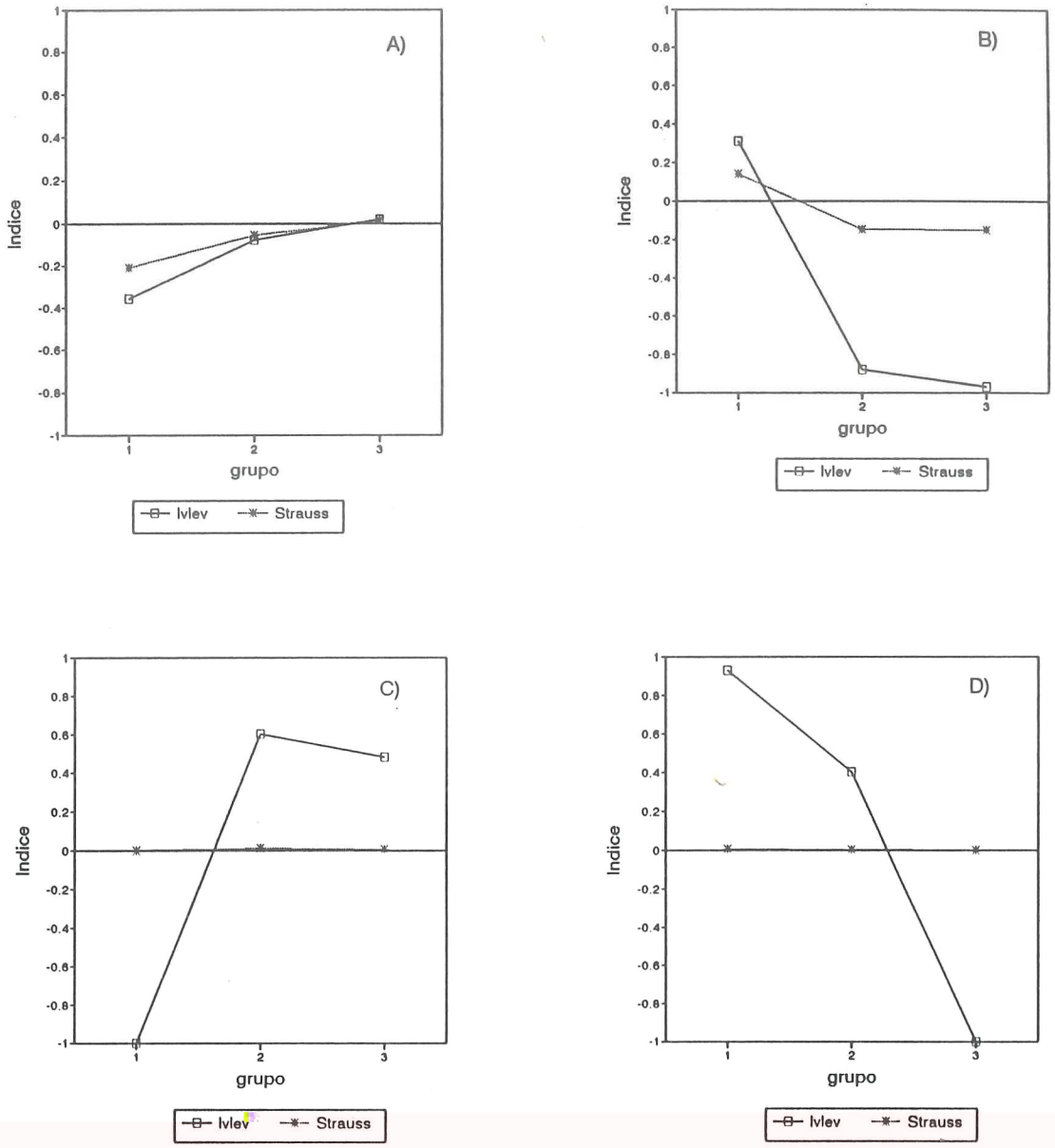
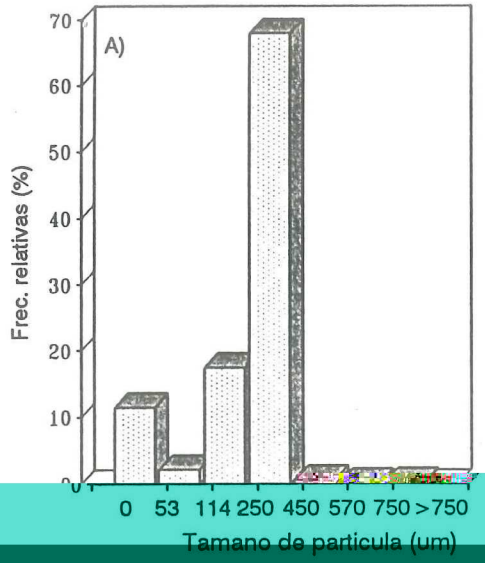


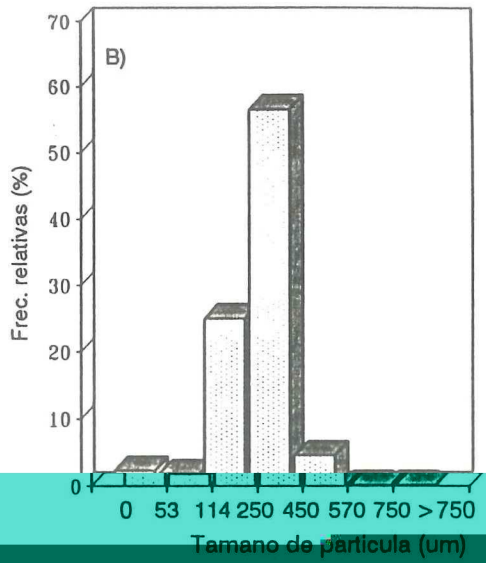
Figura 10. Selectividad de Ivlev (▫) y Strauss (*) por los taxa de a) Coscinodiscus spp b) Chaetoceros spp c) Navicula spp y d) Amphisolenia sp de cada grupo de talla de ejemplares de sardina (grupo 1 = 95-100mm; grupo 2 = 126-160mm; grupo 3 = 161-184mm).

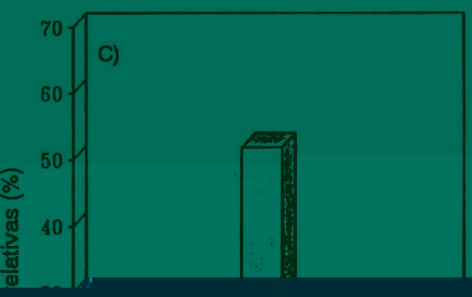
de la gama de tallas de las sardinas en diferentes tamaños y en la figura 12 y 13 se muestran las distribuciones por tamaño de partícula para todas las clases de 5mm de talla.

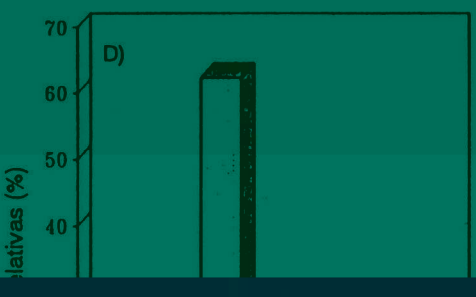
Tabla VII.- Frecuencia relativa por tamaño de partícula en los contenidos estomacales por clase de talla de 5mm de LP de los ejemplares de sardina examinados.

	Tamaño de partícula (μm)						
LP (mm)	<53	114-53	250-114	450-250	570-450	750-570	>750
95-100	0.19	0.03	0.57	67.92	17.43	2.09	11.49
126-129	0.0001	0.0001	0.0001	45.74	22.48	10.03	9.98
130-134	0.02	0.0001	1.84	23.50	44.70	3.21	25.93
135-139	0.10	0.007	4.53	56.46	25.07	1.81	2.29
140-144	0.03	0.02	2.87	34.26	21.90	13.40	20.28
145-149	0.18	0.31	6.75	31.66	23.59	20.89	7.61
150-154	0.11	0.02	5.30	56.35	15.52	3.78	7.12
155-159	0.06	0.03	18.80	51.79	16.13	3.70	7.63
160-164	0.12	0.02	1.42	45.16	35.20	7.45	9.94
165-169	0.05	0.01	1.56	60.07	24.61	4.31	7.85
170-174	0.05	0.03	1.63	49.63	19.63	15.68	


A)
Frec. relativas (%)
70
60
50
40
30
20
10
0
0 53 114 250 450 570 750 >750
Tamano de particula (um)


B)
Frec. relativas (%)
70
60
50
40
30
20
10
0
0 53 114 250 450 570 750 >750
Tamano de particula (um)


C)
70
60
50
40


D)
70
60
50
40

de 114 a 249μm. sugiriendo un corrimiento en el tamaño de partícula ingerido por los organismos con respecto a la longitud. Por otra parte, las frecuencias en las partículas mayores de 450μm se observó similar para la mayoría de los organismos a excepción de los organismos de 145-149mm en donde se presentó un ligero incremento en las partículas mayores de 570μm.

Se observó que en todas las clases de talla las distribuciones de frecuencia de tamaño de partícula en los contenidos estomacales difirierón de la distribución de partículas en el medio (Tabla VIII).

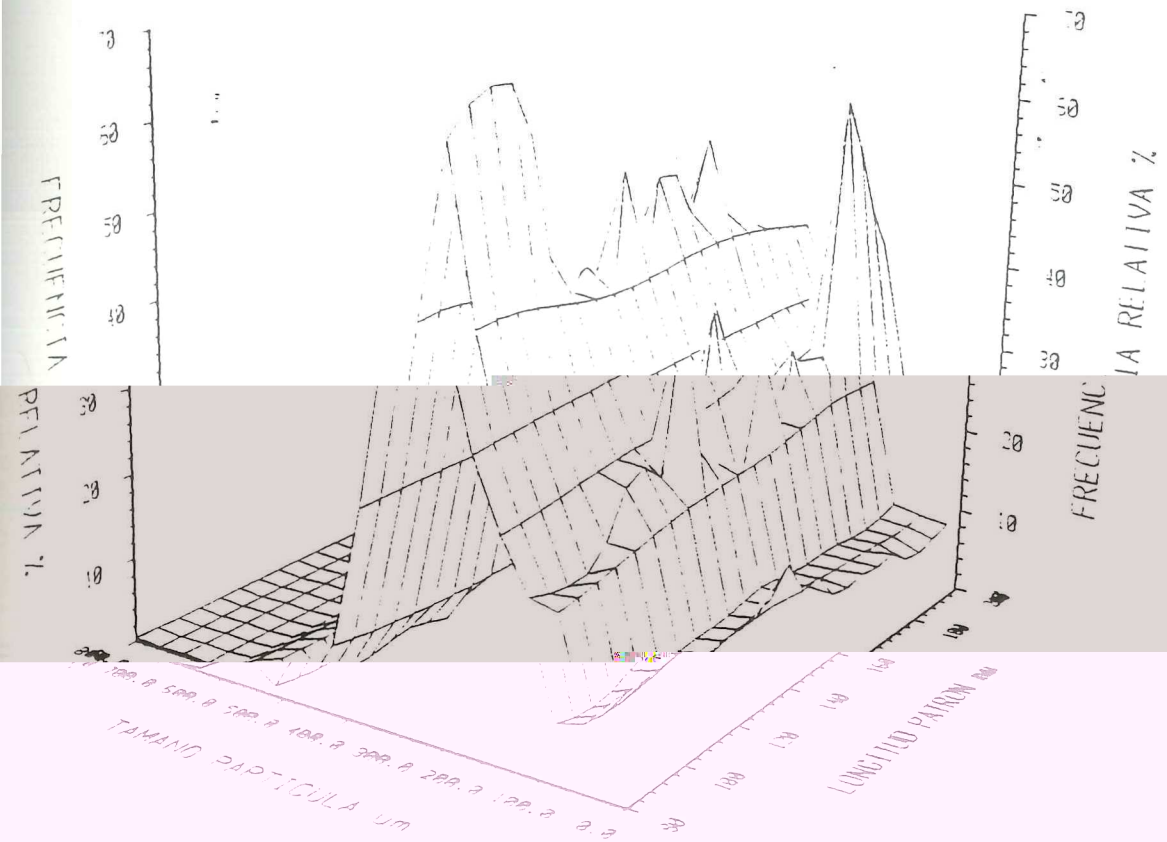


Figura 12. Distribuciones de frecuencias relativas por tamaño de partícula para las calses de talla de los ejemplares de sardina examinados (Las tallas de 100 a 125mm no se-muestrearon).

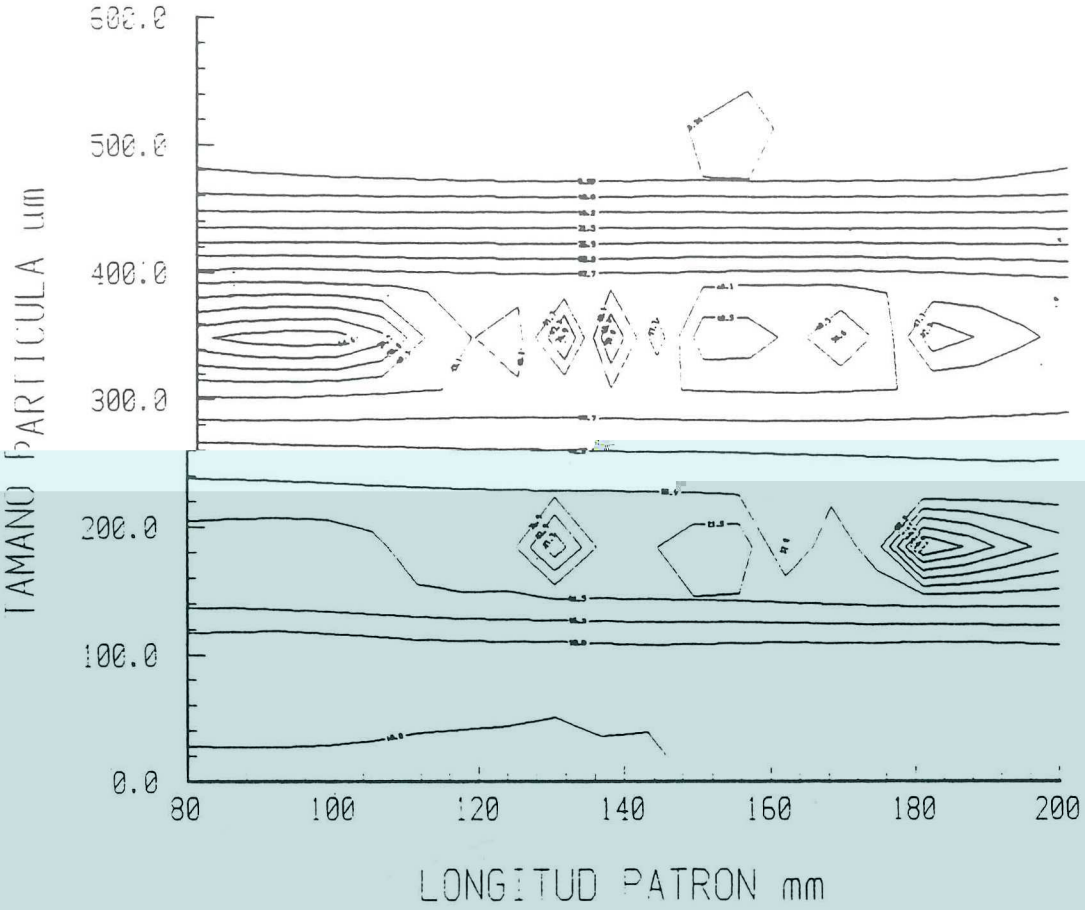


Figura 13. Mapa topográfico de valores de frecuencia relativa de

Tabla VIII.- Resultados de X^2 entre la distribución de frecuencias relativas de tamaño de partículas en los contenidos estomacales por clases talla de los ejemplares de sardina y el medio ambiente (X^2 crítico= 18.6, valores mayores indican diferencias con el medio)

Longitud patrón (mm)	X^2
95-99	50.16
125-129	118.83
130-134	365.80
135-139	38.79
140-144	299.43
145-149	229.46
150-154	29.31
155-159	29.79
160-164	151.55
165-169	61.00
170-174	142.08
175-179	149.24
180-184	352.37

VI.3 Aparato filtrador

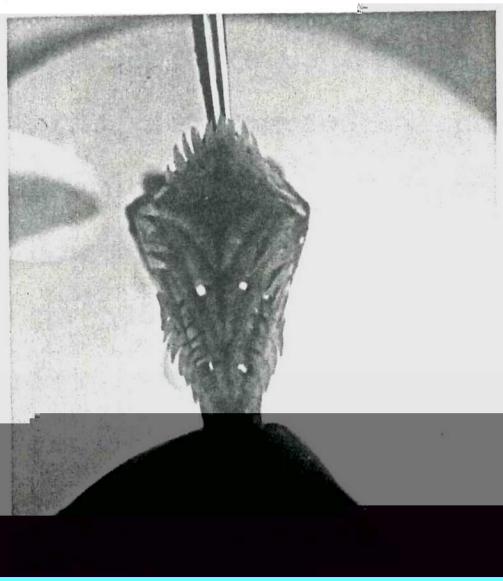
V.3.1 Descripción General

El aparato de filtración de la sardina monterrey está formado de cinco arcos branquiales, cuatro de los cuales se utilizan para la filtración y un quinto que se ha modificado en un órgano

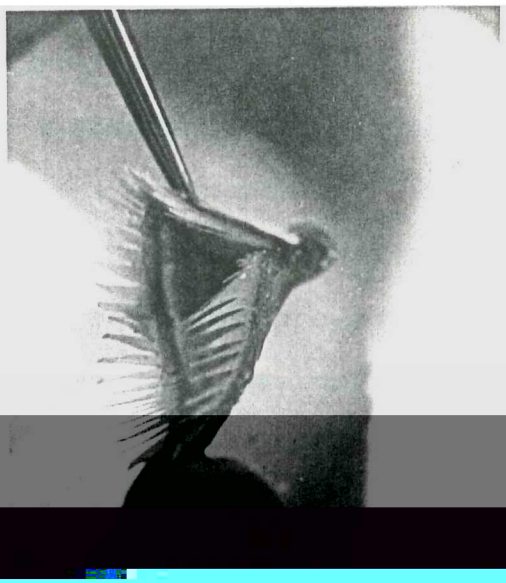
nquial (Nelson, 1976). La unión de los arcos izquierdo
echo forma un canal cuya función más probable sea la de
ir las partículas al órgano epibranquial donde se forma
o alimenticio para posteriormente pasarlo al esófago (Fig.

epibra
y dere
conduc
el bolo
14)

a)



b)

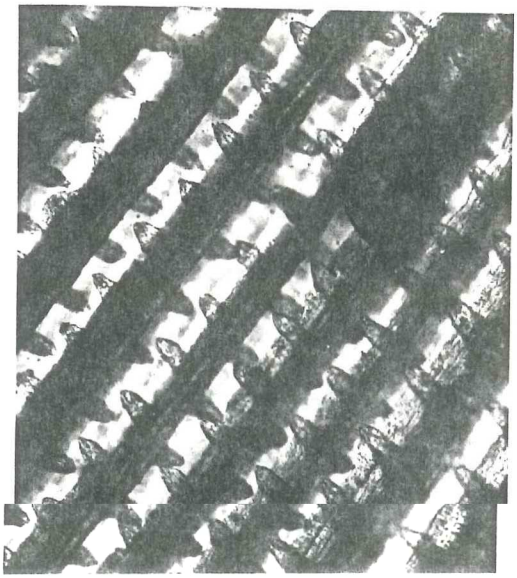


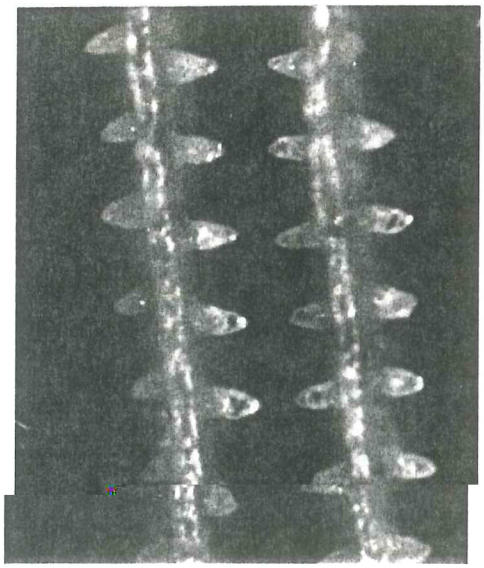
Las branquiespinas son una serie de espinas de forma y tamaño variable conforme al arco que le corresponde y con dos hileras de dentículos por branquiespina (Fig.15). Estos dentículos hacen la función de malla y se encuentran presentes en dos formas: 1) proyecciones parecidas a espinas terminando en un nódulo aserrado en la punta y que se proyectan hacia arriba formando un angulo de 45° con la branquiespina y 2) proyecciones parecidas a espinas terminando en punta y dirigidas hacia la branquiespina adyacente formando un angulo que varía desde 45° hasta 90° (Figura 15). La posición de estos dentículos varía de acuerdo a la posición de la branquiespina en la que se encuentran y al arco que correspondan como se menciona más adelante.

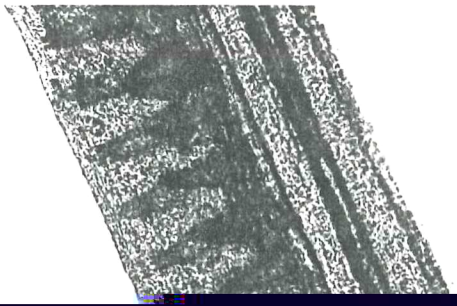
La estructura y tamaño de los arcos branquiales varía de acuerdo a la posición que ocupan dentro del aparato de filtración como se detallan a continuación :

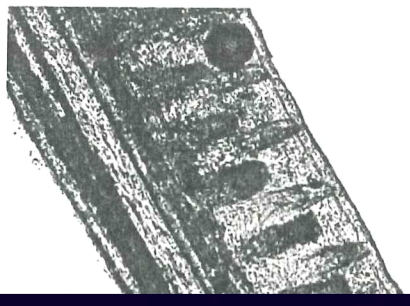
- Primer arco: es el arco que presenta las branquiespinas de mayor tamaño y casi rectas. Los dentículos en la parte baja de las branquiespinas (aproximadamente hasta un cuarto de la longitud de la branquiespina) se encuentran enfrente una hilera n la otra en las dos branquiespinas adyacentes. En la parte dia están ligeramente desfasados y en la parte más alta se cuentran yuxtapuestos.

- Segundo arco: las branquiespinas son de menor tamaño y lapan con las del primer arco en aproximadamente un









cuarto de la longitud del primer arco. Las distancias entre denticulos son menores y solo se observan dentículos en forma de triangulos. Los dentículos se encuentran yuxtapuestos en elación con los de la branquiespina adyacente.

- Tercer arco: las branquiespinas se van encorvando más, a punta se va enroscando, se reduce el tamaño de estas y los entículos son más pequeños. Los primeros tres arcos tienen una ola hilera de branquiespinas dirigidas anteriormente.

- Cuarto arco: en este arco aparece una hilera más de ranquiespinas en el arco, formando un angulo aproximado de 115° ntre las dos hileras. La consistencia de esta segunda hilera s similar a la de las anteriores aunque su tamaño es de un ercio el tamaño de la otra hilera del mismo arco. La primera ilera de branquiespinas está dirigida anteriormente y la egunda posteriormente.

- Quinto arco: es mucho más pequeño que los otros cuatro, ormado por un solo hueso, posiblemente un esbozo del eratobranquial y con una sola hilera de branquiespinas irigidas anteriormente. Este arco se encuentra modificado como n órgano epibranquial (Nelson, 1976).

V.3.2 Desarrollo

El aumento en la longitud de los ejemplares de sardina examinados va acompañado de incrementos en la mayor parte de las estructuras que componen el aparato de filtración. Con respecto a la altura y ancho máximo de la boca la figura 16 muestra que con el incremento en la longitud del organismo se incrementa linealmente tanto la altura como el ancho máximo de la boca. Así mismo se observa que el ancho de la boca siempre es mayor que la altura (ver abreviaturas en pagina).

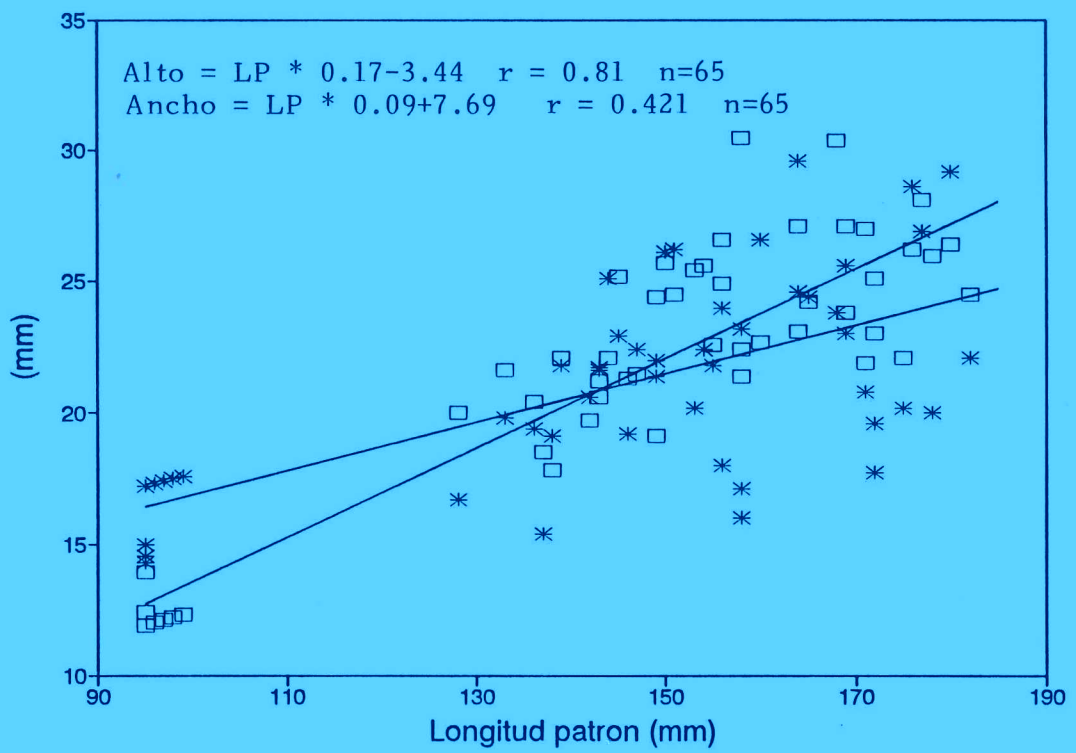


Figura 16. Altura ( ) y ancho ( ) de la boca en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados (los ejemplares de talla de 100 a 125 no se muestrearon).

Con el incremento en la longitud del pez se observa igualmente un incremento lineal en el número de branquiespinas a una taza de 0.55 branquiespinas por cada milímetro de incremento

La longitud de las branquiespinas también aumenta linealmente a una tasa de 48μm LB_t/1mm LP de incremento en la longitud del organismo (Fig. 20). Como se observa en la figura las branquiespinas del arco inferior aumentan a una razón similar que las del arco superior .

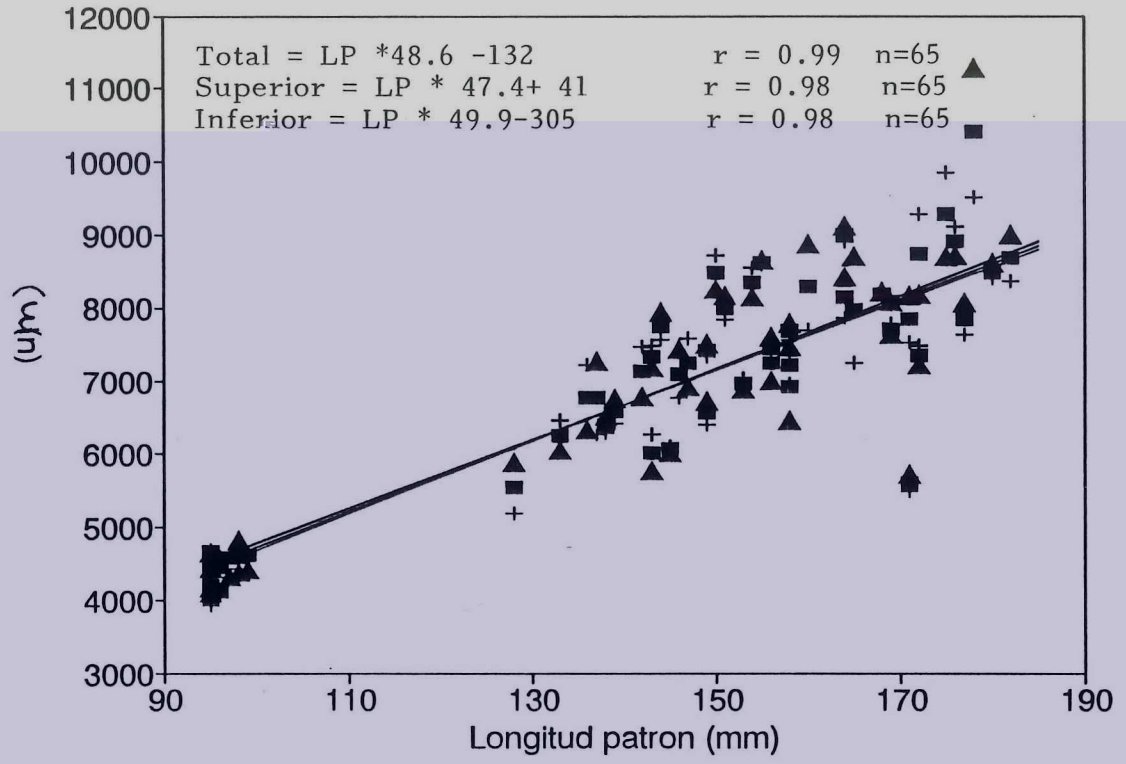


Figura 20. Longitud de las branquiespinas en el arco total (■), superior (▲) e inferior (+) en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados (Las tallas de 100 a 125mm no se muestrearon).

El ancho de las branquiespinas aumenta ligeramente (0.5 μm AB_t/1mm LP) con el incremento en la longitud del pez (figura 21). Como se puede observar en la figura las branquiespinas del arco superior engrosan más rapidamente (0.54μm AB_s/1mm LP) que las del arco inferior (0.47um AB_i/1mm LP) (Las tallas de 100 a 125mm no se muestrearon).

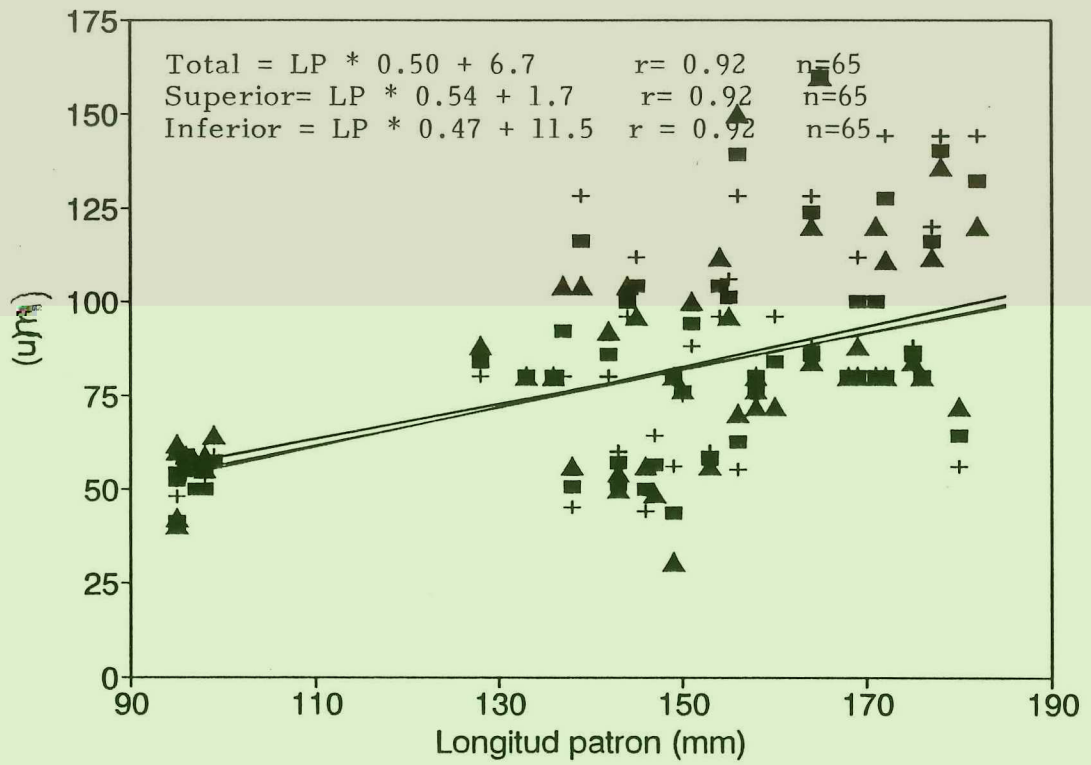


Figura 21. Ancho de las branquiespinas en el arco total (■), superior (▲) e inferior (+) en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados.

Conforme aumenta la longitud del pez se incrementa ligeramente y en forma lineal la profundidad de las branquiespinas (2μm PB_t/1mm LP). La profundidad de las branquiespinas en los arcos superior e inferior aumenta a una razón muy similar (Fig. 22)(Las tallas de 100 a 125mm no se muestrearon).

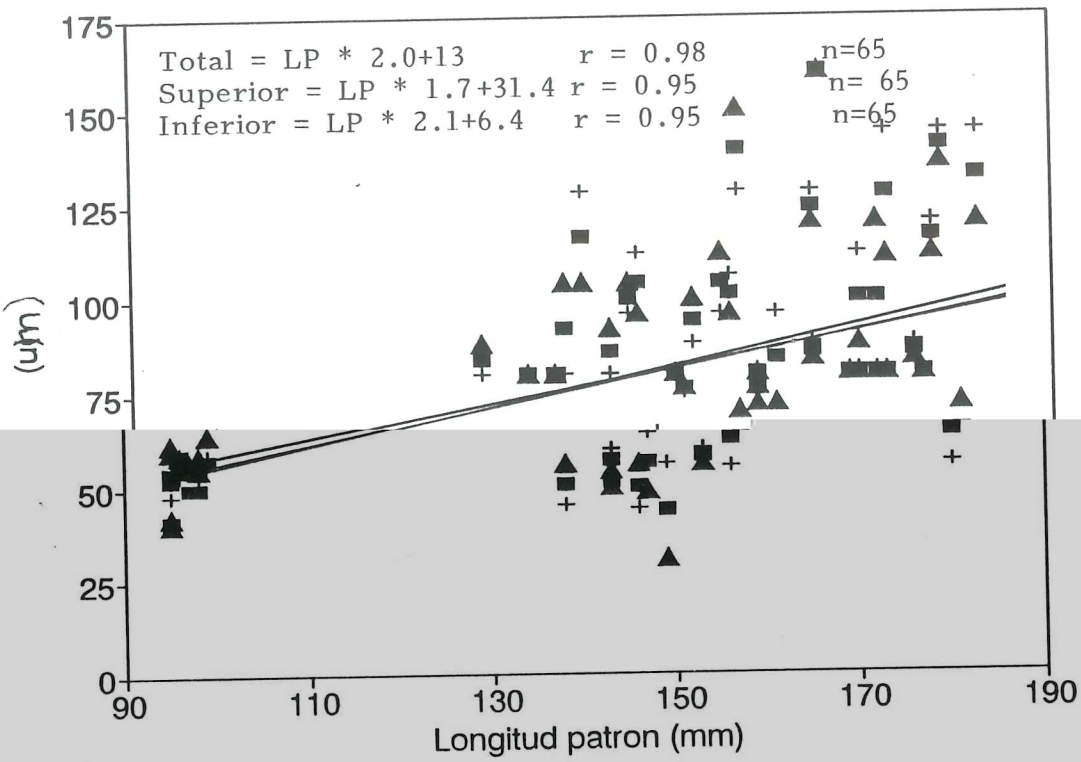
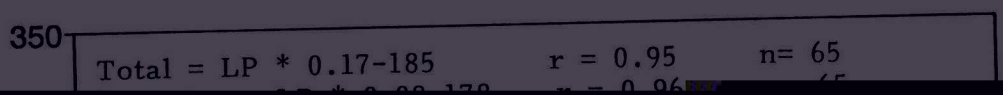


Figura 22. Profundidad de las branquiespinas del arco total ( ), superior (▲) e inferior (+) en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados.

Con el incremento en la longitud del pez se observa muy poco cambio en el espacio interbranquiespinal siendo el espacio para un organismo de 95mm de 169μm y para un organismo de 150mm de 159μm (0.17μm EI_t/1mm LP). Esta disminución es más marcada en el arco inferior (-0.25μm EI_i/1mm LP) que en el arco superior (-0.089μm EI_s/1mm LP) (Fig. 23).



La longitud de los dentículos se incrementa con la longitud de los organismos (0.4μm AD/1mm LP) siendo en los organismos de 95mm de 36μm y en los organismos de 150mm de 58μm (Fig. 24). Este incremento en la longitud puede originar una disminución en la luz de malla efectiva formada por las branquiespinas en el aparato de filtración.

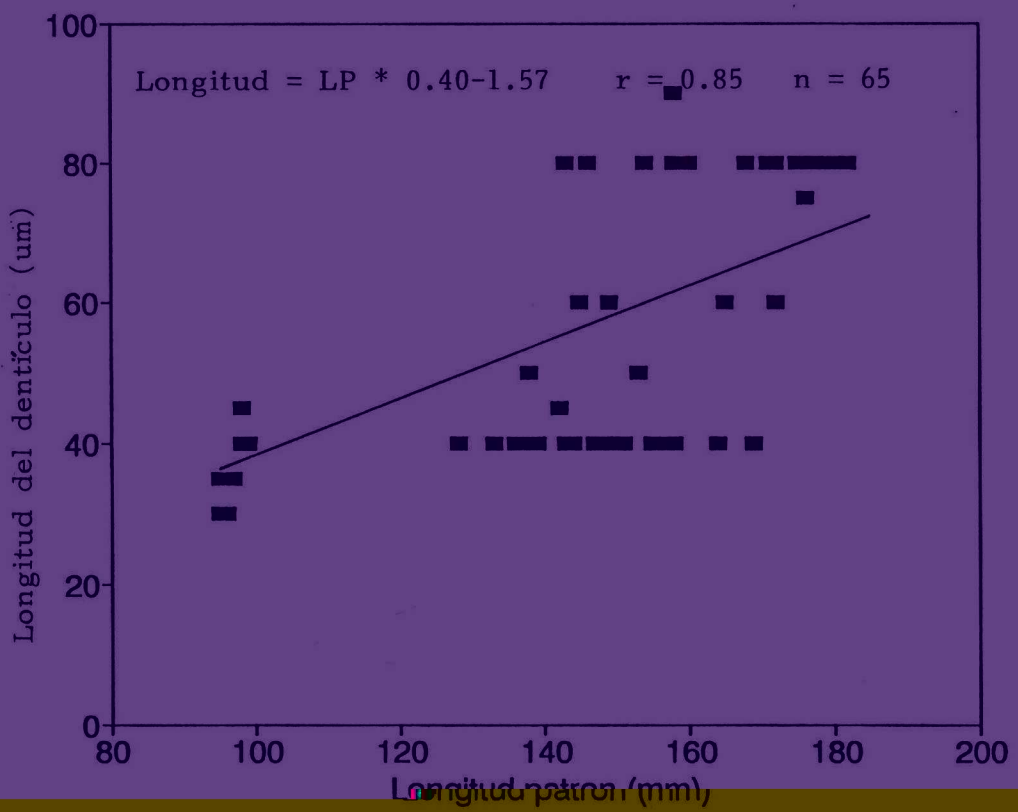


Figura 24. Longitud del denticulo en relación a la longitud patrón de los ejemplares de sardina examinados (Las tallas de 100 a 125mm no se muestrearon).

VII DISCUSION

De los resultados presentados se puede apreciar que la sardina monterrey es un organismo planctófago con una amplia variedad de organismos presa en su dieta y que ocupa el segundo y tercer nivel trófico debido a que desempeña el papel de un herbivoro o consumidor primario al alimentarse de fitoplancton

grandes, teniendo la dieta de los ejemplares chicos una mayor proporción de taxa del zooplancton (principalmente larvas de braquiuros y copepodos calanoides) que la dieta de los ejemplares medianos; la dieta de los ejemplares grandes consistió de una mayor proporción de taxa de fitoplancton. Si bien la diversidad dietética en los tres grupos fué muy similar, el número de presas que se encontró en cada grupo fué diferente, siendo el grupo de los organismos chicos el que presentó una menor cantidad de taxa diferentes ($\bar{X}$ = 16±6) y el grupo de los ejemplares medianos la mayor cantidad ($\bar{X}$ = 34±13). Por otro lado el grupo de los organismos grandes que tiene una cantidad de taxa diferentes intermedia entre los otros dos grupos ($\bar{X}$ = 28±7) es en donde aparecieron presas más pequeñas como son los géneros de Planctoniella sp., Actinoptichus spp. y Fragilla sp.

clases de talla mayores (Favella spp).

Un cambio en la dieta similar al planteado se presenta en la sardina de sudafrica Sardinops ocellata en la que la dieta de los juveniles está integrada principalmente por copépodos calanoides y en los adultos de diatomeas, presentandose el cambio de dieta alrededor de los 100mm de longitud estándar (King y MaCleod, 1976). En la sardina monterrey un cambio dietético similar al planteado ha sido previamente sugerido por varios autores que reportan que si bien la sardina se alimenta fundamentalmente de crustáceos zooplanctónicos, cuando crece se hace gradualmente más fitoplanctófaga, hasta que de adulto come básicamente fitoplancton (Scofield, 1934; Ramírez-Granados, 1958; CICIMAR, 1983). Sin embargo, en sardinas colectadas en la costa central y sur de Baja California se encontró que con excepción de pequeñas cantidades de fitoplancton en los peces de 31-85mm, el tamaño del pez tuvo poca relación con el alimento contenido en los estómagos y que la dieta está integrada principalmente por copépodos calanoides (Hand y Berner, 1959).

En cuanto a la pregunta referente al canibalismo o la depredación de huevos o larvas de clupeiformes por la misma sardina, no se encontró para ninguno de los ejemplares examinados huevos o larvas de peces. Sin embargo, previamente se había reportado la ocurrencia de huevos de peces no identificados en

colectados en el Golfo de California durante 1971 y 1972 (Wong-Rios, 1974). En este trabajo no se puede descartar la posibilidad de canibalismo y depredación de huevos y larvas de peces clupeiformes, debido a que en los muestreos simultaneos de plancton no se colectaron ni huevos ni larvas y se ha mostrado que el grado de consumo sobre huevos de sardina por la misma sardina está en función de la abundancia de los huevos en el agua (Santander et al., 1983).

Otro hecho que apoya la posibilidad de canibalismo y depredación sobre huevos o larvas de clupeiformes, es que en muestras de ejemplares más pequeños (LP_{media}= 72mm±17.5) colectadas independientemente a bordo del B/O BIP XI en seis estaciones geográficas diferentes en el Golfo de California se encontraron huevos de anchoveta norteña Engraulis mordax presentandose en uno de los estómagos hasta 100 huevos (Anexo 7). Por otro lado, se ha reportado que los juveniles y adultos de la sardina de Perú Sardinops sagax sagax son altamente eficientes para depredar sobre los huevos de la anchoveta Engraulis anchoita (Alheit, 1987; Santander et al., 1983), lo cual sugiere que en el Golfo de California tanto los adultos como los juveniles de sardina tambien podrían depredar sobre los huevos de anchoveta.

Una posible explicación a la ausencia de huevos en el plancton y en los contenidos estomacales analizados en la presente tesis es que la sardina colectada se encontraba en el

norte de Isla Tiburón y el desove normalmente se presenta en la parte central del golfo entre Bahía de Kino y Topolobampo (Nevárez-Martínez, 1990). De acuerdo al patrón de distribución propuesto por Sokolov y Wong (1973) y recientemente modificado por Cisneros-Mata et al. (1991), la sardina se encuentra distribuida entre Bahía de Kino y Agiabampo por la costa de

anchoveta) la depredación que sufren los huevos de anchoveta por las sardinas merece un estudio más detallado, dado el potencial que tiene la anchoveta como alternativa para la pesquería en periodos de bajos desembarcos de sardina (Hammann y Cisneros-Mata, 1988). Similarmente se debe considerar el efecto que puede estar teniendo la sardina debido al incremento en biomasa de la anchoveta (Hammann y Cisneros, 1988) y la consecuente depredación de sus huevos y larvas por esta. Además debido a que el canibalismo y la depredación sobre los huevos y larvas de peces se ha propuesto como un mecanismo denso-dependiente que regula las poblaciones, la evaluación de la importancia de la sardina como depredador sobre huevos de anchoveta y viceversa es muy necesaria, considerando que las dos especies coexisten en la misma área (MacCall, 1980; Shepard y Cushing, 1981; Alheit, 1987).

Los datos de los contenidos estomacales de los ejemplares de sardina monterrey que fueron proporcionados por el CRIP-GUaymas, en los que se encontraron huevos de anchoveta (LP = 72mm±17.5), asi mismo muestran una mayor proporción de zooplancton que de fitoplancton, apoyando el cambio dietético que se menciono anteriormente. La talla a la que se da dicho cambio queda por determinar, pero es probable que se presente alrededor de los 90mm de longitud patrón, un tamaño similar al propuesto por King y MaCleod (1976) para la sardina de sudafrica *Sardinops ocellata*.

Un problema que merece atención es el cálculo de volumen de cada uno de los taxa que se presentaron en los contenidos estomacales. Si bien las mediciones que se realizaron son aproximaciones, lo ideal hubiera sido llegar a especie y sacar volumen a nivel específico debido a la gran variabilidad en las formas entre especies del mismo género (Asociation The Baltic Marine Biologist, 1979). Sin embargo, debido al esfuerzo que implicaría el llegar hasta especie y hacer los calculos de volumen para cada una de las especies, esto no se pudo hacer con las técnicas disponibles en este momento. Por otra parte como las medidas que se tomaron están en el orden de micras, el error que se pudo tener si bien no es insignificante, si permite hacer los calculos que se realizaron.

Los resultados obtenidos con los índices de traslape reflejan la existencia de un corrimiento en el espectro trófico con el incremento en la longitud de la sardina como se había comentado previamente en el análisis de la dieta de los tres grupos. Siendo el traslape entre los organismos chicos y los grandes menor que el traslape entre estos grupos y los organismos medianos. Esto se puede ver mejor en la figura 9 en donde se observa un corrimiento en el valor del traslape y se ve que los organismos chicos y los grandes difieren en su utilización del recurso (alimento), mientras que los organismos medianos son un grupo en transición entre los otros dos. Esta falta de traslape significativo en la dieta entre los juveniles y adultos

es muy importante si se considera que según el patrón de distribución propuesto para la sardina monterrey en el Golfo de California por Sokolov (1972) y Sokolov y Wong (1974), los juveniles en verano se reunen con los adultos en la zona alrededor de las grandes islas (Angel de la Guarda y Tiburón) que está considerada como de crianza y cohabitan entre ellos.

En los índices que se utilizaron para medir el traslape se observaron algunos resultados contradictorios. Según el índice de traslape de Schoener utilizando como medida de abundancia el porciento en volumen, los tres grupos están traslapados en su dieta, sin embargo este índice no considera la disponibilidad del recurso (presa) hacia el depredador (sardina) y supone que todas las presas están igualmente disponibles o sea, que están distribuidas uniformemente (Petraitis, 1979; Wallace, 1981). Por otro lado, el índice de Petraitis si considera la disponibilidad del recurso razón por la cual, para este trabajo en partícular se consideró el mejor indicador del traslape.

Los análisis de plancton mostraron una composición taxonómica muy similar entre el medio ambiente y los contenidos estomacales de los ejemplares de sardina examinados y solo algunas especies de poca abundancia en el plancton no se presentaron en los contenidos estomacales. Estos resultados coinciden con lo reportado para la sardina monterrey en las costas central y sur de Baja California (Lewis, 1929; Hand y Berner, 1959). Con lo que respecta a los taxa de zooplancton

se observó para los tres grupos de talla de los ejemplares de sardina examinados que la selección es azarosa, o sea que las sardinas están consumiendo estos taxones exactamente como se presentan en el medio. Estos resultados contradicen lo propuesto por Parr (1930) al hacer el análisis de los datos de Lewis (1929) en el cual postula que los copépodos son los únicos que están sujetos a búsqueda especial por las sardinas. Sin embargo, su análisis solo se basa en la variación en las frecuencias absolutas de los datos obtenidos por Lewis (1929).

El incremento en la selectividad del género Coscinodiscus spp con el incremento en la longitud de las sardinas puede deberse al cambio en la dieta que fué planteado anteriormente, ya que el único grupo que presenta valores negativos de selectividad, o sea evasión de presas en particular, es el de los organismos pequeños. En los organismos medianos y grandes los valores son aproximadamente cercanos a cero (o sea selección azarosa). Considerando que el género Coscinodiscus spp es el más abundante en el medio, estos resultados concuerdan con el fenómeno que se ha llamado "Orientación del depredador" (Murdoch, 1969, 1971; Oates y Murdoch, 1975) que dice que cuando las densidades de una presa en particular son bajas, el depredador concentra su ataque en las presas más abundantes. Con lo que respecta a los géneros Navicula spp, Dinophysis spp, Prorocentrum spp y Favella sp, esta selectividad cada vez mayor

con el incremento en la longitud de los peces, puede estar más relacionada con la capacidad creciente de retención de partículas pequeñas por las sardinas.

Un caso particular que merece atención especial es el del género Chaetoceros spp que aún cuando fué abundante en el medio no fué ingerido en proporción a su abundancia por los organismos medianos y grandes. La evasión de la sardina por este taxón puede deberse a la constitución de la presa en sí misma, con setas o proyecciones ocupando una gran área pero con poco volumen y tal vez con poco valor calórico ya que está formada

de la presa a la vista del depredador (Werner y Hall, 1974; O'Brien et al., 1976; Eggers, 1977), visibilidad relativa de la presa (Durbin, 1979), tiempo de manejo (Holling, 1966), abundancia y distribución de la presa entre otros (Durbin, 1979). Además, se tiene que tener en cuenta el costo y beneficio energético involucrado en el proceso alimenticio: un pez puede sostenerse solo si la cantidad de alimento consumido traducido a energía es igual al menos, al costo metabólico de vivir y alimentarse. El pez crece solo cu

preferencia de uno sobre el otro y a la luz de estos resultados, la importancia de cada uno de ellos parece estar más en función de su disponibilidad en el plancton y por lo tanto la dieta puede ser en parte dependiente de los patrones de dispersión del plancton.

En todos los taxa y para los tres grupos de ejemplares de sardina examinados el índice de Ivlev presentó valores mayores en magnitud ya sea positiva o negativa que el índice lineal de Strauss, que presentó valores muy cercanos a cero (Tabla VII y Anexo 6). Esto es explicable ya que de acuerdo a Confer y Moore (1987) y Lechowicz (1982) el índice de Ivlev es incapaz de evaluar imparcialmente la selectividad por especies de presas raras. Así mismo Strauss (1979) demostró que la distribución de muestreo completa del índice de Ivlev está sesgada hacia los extremos. Además, el índice de Ivlev se basa en la consideración de que el alimento está uniformemente distribuido en el medio ambiente (Durbin, 1979). Sin embargo esto no ocurre en cuerpos de agua natural y específicamente en el Golfo de California en donde los procesos oceanográficos tales como flujo de Ekman provocado por vientos, ondas internas y la interacción de las corrientes con la topografía, influencian la renovación de nutrientes y la distribución de los organismos y originan un fuerte parchado (Roden y Groves, 1959; Alvariño, 1969; Roden, 1971; Moser et al., 1974; Brinton y Townsend, 1980; Manrique, manuscrito no publicado; Brinton et al., 1986). Por lo tanto

la aplicabilidad del índice de Ivlev para evaluación de la selectividad con muestras de campo es poco confiable. En este trabajo se utilizó debido a que es uno de los indices más populares en la evaluación de selectividad del alimento y solo sirvió con fines comparativos.

Si se observa la distribución de tamaños de partículas en el plancton y las de los contenidos estomacales (Fig. 11) para

por los organismos más grandes (180-184mm), en donde se observó que el 60% de las partículas que compusieron la dieta se presentó entre los 114 y 250μm , resultado al cual se debe la ligera desviación en las isolíneas en la figura 13 y que sugiere una disminución de tamaño de partícula en la dieta para los organismos de tamaño mayor. Si se observa la figura 12, el porcentaje de partículas en los contenidos estomacales que se presentaron entre los 114 y 250μm se va incrementando a medida que aumenta la longitud del organismo. Estos resultados concuerdan con el ligero cambio en el espacio interbranquiespinal y la posible disminución en la luz de malla efectiva para la filtración que se originaría por el aumento en la altura de los dentículos. Sin embargo, las distribuciones de tamaños de partícula se hicieron considerando a las presas solo por su longitud pero en el plancton los organismos tienen forma tridimensional, por lo tanto pueden ser capturados por

es considerar el área y/o volumen y no la longitud para obtener las distribuciones de tamaño de partícula ingerida y disponible para el depredador.

Dos problemas que merecen mención especial en el análisis de selectividad son el equipo de muestreo que se

selectividad del pez por ciertas especies de plancton puede ser una selectividad negativa del equipo de muestreo por las mismas. Debido a que la red que se usó fue de 50μm y abertura de boca de 0.30m, los organismos más pequeños de 50μm no estuvieron bien representados en los análisis debido al escape y los que

de malla y datos de laboratorio (con un amplio intervalo de tamaño de partícula suministrado) para poder hacer una evaluación precisa.

Las mediciones de selectividad son específicas de tiempo y lugar. Las numerosas variables que influyen el quien es comido por quien, acoplado con la dificultad de colectar datos confiables, demuestran las complejidades para la interpretación de datos en estudios de selectividad. Las medidas de selectividad son solo indicativas y hasta que se desarrollen modelos que representen satisfactoriamente la selección como un proceso dinámico, los valores de selectividad deben ser tomados más en un contexto relativo que en un contexto absoluto.

De los resultados presentados de la morfología funcional se puede observar que con el inc[redacted]

Estos resultados por sí mismos son interesantes en el sentido de que posiblemente el crecimiento en el arco branquial no se da a todo lo largo de este, sino en las partes terminales en las que las branquiespinas rudimentarias se localizan y posiblemente estas sean las que ocupan el espacio que se está generando con el crecimiento en el arco. Si esto es así, la disminución en el espacio interbranquiespinal se podría explicar por el incremento en el ancho de las branquiespinas. Esta tendencia a la disminución en el espacio interbranquiespinal y por lo tanto el incremento en la eficiencia en la retención de partículas más pequeñas explicaría el cambio en la dieta de la sardina monterrey con el incremento en la longitud del organismo que se ha propuesto en varios trabajos (Scofield, 1934; Ramírez-Granados, 1958; CICIMAR, 1983) y que aquí mismo se retoma.

Por otro lado, los dentículos en las branquiespinas se van incrementando en tamaño conforme aumenta la longitud del organismo (Fig. 24) y esto origina que la luz de malla entre las branquiespinas se reduzca. Un trabajo más preciso del aparato de filtración debería considerar el área de filtración como el área que se crea por los dentículos de las branquiespinas adyacentes y considerar al aparato de filtración como una red de plancton en donde el escape se tome como la tangente del rectángulo formado por los dentículos de las branquiespinas adyacentes. El no considerar estos dentículos puede originar

una sobreestimación en la luz de malla efectiva para la filtración. Así mismo, se debería considerar el efecto que tiene el traslape de las branquiespinas de los arcos adyacentes en la eficiencia de la malla. Otra consideración importante que se tiene que hacer es la existencia de los dos tipos de dentículos en las branquiespinas. King y MaCleod (1976) encontraron que los dentículos de la sardina de sudáfrica Sardinops ocellata

mediciones que se realizaron y que hacen que la eficiencia en el aparato de filtración se incremente, como lo es el incremento en la longitud de los dentículos que hacen que la porosidad entre las branquiespinas se incremente. La presencia de partículas menores de este tamaño que se encuentran en los

por ser un alimentador particulado y filtralimentador tenga que ver con la visibilidad de la presa, la capacidad de la presa de evadir ser capturada y la capacidad de manejo de la presa por el depredador.

VIII CONCLUSIONES

- La sardina monterrey es un organismo planctófago facultativo omnivoro que presenta muy poca selectividad por tipo de presas.

- Existen diferencias en el espectro alimenticio de los juveniles y adultos de sardina, presentando la dieta de los juveniles una mayor proporción en presas del zooplancton y la de los adultos una mayor proporción de presas de fitoplancton.

- Las diferencias en la dieta de los juveniles y adultos están asociadas con un aparente incremento en la eficiencia de filtración con el aumento en la longitud del organismo.

- Al filtrar la sardina monterrey no selecciona por tamaño de partícula y el tamaño mínimo que puede retener depende del inverso de la longitud de la sardina, es decir a mayor longitud menor tamaño mínimo de partícula.

IX RECOMENDACIONES

Cuando se presenten en los contenidos estomacales sustancias mucilaginosas que dificulten la separación de las presas se recomienda la utilización de la solución Bouin para la eliminación de dichas sustancias.

Iniciar un trabajo que evalue la relación sardina-anchoveta en el Golfo de California debido a que cohabitan entre ellas y con el fin de evaluar el impacto potencial que pueden estar ejerciendo mutuamente en las poblaciones.

Hacen falta trabajos más completos en donde se combinen datos de campo con muestras del medio colectadas por redes de diferentes luz de malla y datos de laboratorio (con un amplio intervalo de tamaño de partícula suministrado) para poder hacer una evaluación más confiable de la selectividad tanto en tamaño como en tipo de alimento.

Cuando se realicen trabajos sobre el área de filtración, se recomienda considerar la presencia y localización de los dentículos, branquiespinas rudimentarias y flujo hidrodinámico.

LITERATURA CITADA

Ahlstrom, E.H. 1959. Distribution and abundance of egg of the Pacific sardine 1952-1956. Fish. Bull. U.S., 60(165): 185-213.

Ahlstrom, E.H. 1960. Synopsis on the biology of the Pacific sardine (Sardinops caerulea). Fisheries Biology, 17: 415-451.

Alamo, A. y M. Bouchon. 1987. Changes in the food and feeding of the sardine (Sardinops sagax sagax) during the years 1980-1984 off the Peruvian Coast. Journal of Geophysical Research, 92(C13): 14,411-14,415.

Alexander, R. McN., 1978. Funcional Design in Fishes. The Anchor Press Ltd, Great Britain. 160 p.

Alheit, J. 1987. Egg cannibalism versus egg predation: their significance in anchovies. En: The Benguela and comparable ecosystems. Payne, A. L., Gulland, J.A. y K. H. Brink (eds). S. Afr. J. Mar. Sci. 5:467-470.

Alvariño, A. 1969. Zoogeografía del Mar de Cortes: Quetognatos, sifonoforos y medusas. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México, Ser. Cienc. del Mar y Limnol. 40(1):11-54.

Amezaga-Herran, R. 1988. Análisis de contenidos estomacales en peces. Revisión bibliográfica de los objetivos y la metodología. Inf. Tec. Inst. Oceanogr. (63):77 p.

Arthur, D.K. 1976. Food and Feeding of larvae of three fishes ocurring in the California current, Sardinops sagax, Engraulis mordax and Trachurus symmetricus. Fishery bulletin 74(3):517-530.

Badan-Dangón, A.F., C.J. Koblinsky y T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: Observations of surface thermal patterns. Oceanologica Acta, 8: 13-22.

Baumgartner, T. y N. Christensen. 1985. Coupling of the Gulf of California to larg-scale interannual climatic variability. J. Mar. Res. 43:825-848.

Blaxter, J.H.S. y J.R. Hunter. 1982. The biology of the clupeoid fishes. Adv. Mar. Biol. 20:1-223.

Bray, A.N. 1988.Water mass fotmation in the Gulf of California. Journal of Geophysical Res. 93(C8):9223-9240.

Brinton, E. y A. W. Townsend. 1980. Euphausiids in the Gulf of California-The 1957 cruises. Calif Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 21:211-236.

Brinton, E., A. Fleminger y D.C. Siegel. 1986. The temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of the California. CALCOFI reports 27: 228-266.

Butler, J.L. 1987. Comparison of the early life history parameters of Pacific sardine and northern anchovy and implications for species interactions. Tesis Ph.D., Scripps Inst. Oceanogr., Univ. of Calif., San Diego. 242 p.

CICIMAR, 1983. Informe sardina del CICIMAR a Secretaria de Pesca. 279p.

Ciechoski, J. Dz. de. 1967. Investigations of food and feeding habits of larvae and juveniles of the Argentina anchovy Engraulis anchoita. CALCOFI Reports 11: 72-81.

Cisneros-Mata, M.A., J.P. Santos M., J.A. de Anda M., A. Sánchez E. y J.J. Estrada G. 1987. Pesquería de sardina en el noroeste de México. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca, México. 78p.

Cisneros-Mata, M.A., J.A. De Anda M., J.J. Estrada G., F. Paez B. y A. Quiroz S. 1988. Pesquerías de sardina del Golfo de California y Costa de Sinaloa. (Informe 1986/87 y diagnostico). Inst. Nal. Pesca. Sría de Pesca. 66 p.

Cisneros-Mata, M. A., M. O. Nevárez M., G. Montemayor, J. P. Santos M. y R. Morales A. 1991. Pesquería de sardina del Golfo de California. Temporada 1988/89 y 1989/90. Inst. Nal. Pesca. Sría. de Pesca. 80 p.

Clark, F.N. y J.F. Janssen Jr. 1945. Movements and abundance of the sardine as measured by tag-returns. Fish. Bull., Sacramento, 61: 7-42.

Clark, F.N. 1947. Analysis of the populations of the Pacific sardine on the basis of the vertebral counts. California Fish and Game, Fishery Bulletin, 65: 1-26.

Confer, J. L. y M. V. Moore 1987. Interpreting selectivity indices calculated from data or conditions of prey replacement. Can. J. Fish Aquat. Sci. 44:1529-1533.

Crow, M.E., 1982. Some statistical techniques for analyzing the stomach contents of fish. En: G.M. Cailliet and C.A. Simenstad (eds.). GUTSHOP' 81 Fish Food Studies Proc. Third Pac. Workshop. Wash Sea Graant Pub., Univ. Wash., Seattle.

Cupp, E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California, La Jolla, Cal. 5(1): 1-238.

Davis, D. H. 1954. The South African pilchard (Sardinops acellata): Preliminary report on feeding off the west coast 1953-56. Department Commerce and Industries, Div. of Fish., Investigational Report, (30): 147-184.

Díaz-Díaz, M.H., M.G. Hammann 1987. Relaciones tróficas de los peces asociados a un manto de Macrocystis pyrifera en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Ciencias Marinas 13(4):81-96.

Eggers, D.M. 1977. The nature of prey selection by planktivorous fish. Ecology 58:46-59.

Finnell, L.M. y E. B. Reed. 1969. The diel vertical movements of kokanee salmon, Oncorhynkhus nerkai, in Gran by reservoir, Colorado. Trans. Am. Fish. Soc. 98:245-252.

Friedland, K.D. 1985. Funtional morphology of tha branchial basket structures associated with feeding in the atlantic menhaden, Brevoortia tyrannus (pisces: clupeidae). Copeia (4):1018-1027.

Gardner, M.B. 1981. Mechanisms of size selectivity of planktivorous fish: a test of hypotheses. Ecology 62(3): 571-578.

Gilbert, J.Y. y W.E.Allen. 1943. The phytoplancton of the Gulf of California obtained by the E.W. Scripps in 1939 and 1940. J. Mar. Res. 5(2):89-110.

Groody, T.C. 1952. Behavior studies on the Pacific sardine Sardinops caerulea (Girard). Doctoral dessertation on file in University of California (Berkeley) library.

Hammann, M.G. 1985. El desarrollo del aparato filtrador del

Hedgecock, D., E. S. Hutchinson, K. Nelson y F. Sly. 1985. Morphological and biochemical genetic variation in the Pacific sardine Sardinops sagax caerulea. CaLCOFI Abstrac.

Hedgecock, D., E. S. Hutchinson, G. Li, F. Sly y K. Nelson. 1989. Genetic and Morfometric variati sardine Sardinops sagax caerulea: compa with historical data and with variabil anchovy, Engraulis mordax. U.S. Fish B

Hendey, N.I. 1964. An introductory account o

bath fecundity in the northern anchovy Fish. Bull. U. S. 77: 641-652.

Ivlev, V.S. 1961. Experimental ecology of Yale Univ. Press, New Haven, 302 pp.

James, A.G. y K.P. Findlay, 1989. Effect o concentration on feeding behavior, se of food ingestion by the cape anchovy Mar. Ecol. Prog. Ser. 50: 275-294.

Jones, R. 1979. Stock y reclutamiento.pp 135-145. En: Modelos para la evaluación de poblaciones de peces.FAO, Fisheries circular (701): 196 p.

Jones, R. 1980. Density dependent regulation of the numbers of cod and haddock. Rapp. P. -v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer., 177: 156-177.

Gaviño, T. G., Juárez, J.C. y H.H. Figueroa. 1972. Tácnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Limusa, México, 251 pp.

Goldberg, S.R., V.H. Alarcon and J. Barlow. 1984. Confidence limits for population when vital rates vary randomly. Fish. Bull. U. S. 83: 207-217.

June, F.C. y F.T. Carlson. 1971. Food of young Atlantic menhaden, Brevoortia tyrannus, in relation to metamorphosis. Fish Bull., U.S. 68(3): 493-512.

King, D.P.F. y R. MaCleod. 1976. Comparison of the food and the filtering mechanism of pilchard Sardinops ocellata and anchovy Engraulis capensis off South West Africa, 1971-1972. Inve. Rep. Sea Fish. Branch S. Afr. 111: 1-29.

Lasker, R. 1981. An experimental study of the effect of temperature on the incubation time, development and grow of Pacific sardine embryos and larvae. Copeia (2):399-405.

Lechowicz, M.J. 1982. The sampling characteristics of selectivity indices. Oecologia 52:22-30.

Lewis, R.C. 1929. The food habits of the sardine in relation to the seasonal distribution of microplancton. Scripp Inst. Oceanogr, Bull., Tech. Ser 2, No. 3: 155-180.

Lluch-Belda, D., F.J. Magallon y R.A. Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: posible causes. CalCOFI Rep. 27: 136-140.

Lluch-Cota, D., S. Hernández, D. Lluch-Belda y C.A. Salinas-Zavala. Manuscr. Anomalous warm sea suface temperatures over North Mexican and California Pacific Waters during 1990. Submitted to Journal of Climate.

Ludwing, J.A. y J.F. Reynolds. 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing.A Wiley-Intercience publication, Inc. E.U.A. pp 337 pp.

Call, D.A. 1980. The consequences of cannibalism in the stock-recruitment relationship of planktivorous pelagic fishes such as Engraulis. In: G. Sharp. Rapporteur, Workshop on the effects of environmental variation on tha survival of larval pelagic fishes. UNESCO. Intergovernmental ceanographic Commission, Workshop report. 28:201-220.

ti, M. y R. Margalef, 1950. Introducción al estudio del lancton marino. Patronato Juan de la Cierva de Investigación écnica sección de Biología Marina. Barcelona, España 178 p.

ior, H. 1976. Dinoflagellates from the international indian cean expedition. A report on material collected by the

R.V. "Anton Bruun" 1963-1964. Institute of Oceanography and Department of Botany, University of British Columbia, Vancouver, Canada. 300 p.

Miller, D.J. y R.N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of the Canada. Calif. Department of Fish and Game. Fish. Bull. No. 157:54-55.

Morisita, M. 1959. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., E., 2: 215-235.

Moser, H.G., E.H. Ahlstrom, D. Kramer y E.G. Stevens. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. Calif. Coop. Oceanic. Fish Invest. Rep. 17:112-130.

Mosher, K. y H.H. Eckles 1954. Age determinatión of Pacific sardine from otoliths Res. Rep. U.S. Fish Wildl. Serv., 37:40 p.

Murdoch, W.W. 1969. Switching in general predators:experiments on predator specificity and stability of prey populations: Ecol. monogr. 39:336-354.

Murdoch, M.W. 1971. The developmental response of predators to changes in prey density. Ecology 52: 132-137

Murphy, G.I. 1966. Population biology of tha Pacific sardine (Sardinops caerulea). Proc. of California Academy of Sciences. 34(1): 1-84.

Murphy, G.I. 1977. Clupeoids. In: Gulland (ed.) Fish population dynamics. John Wiley & Sons 283-308.

Nelson, G.J. 1967. Epibranchial organs in lower teleostean fishes. J. Zool., Lond. 153:71-89.

Nevárez-Martínez, M.O. 1990. Producción de huevos de la sardina monterrey (Sardinops sagax caeruleus) en el Golfo de California: una evaluación y crítica. Tesis de maestría CICESE 144 pp.

Oates, A. y W.W. Murdoch 1975. Switching funtional response and stability in predator-prey systems. Amer. Nat. 109: 229-248.

O'Brien, W.J., N.A. Slade y G.L. Vinyard 1976. Apparent size as the determinant of prey selection by bluegill sunfish (Lepomis macrochirus). Ecology 57: 1304-1310.

Parr, A.E. 1930. Is the presence of phytoplancton in the stomach contents of the california sardine caused by special pursuit or merely due to incidental ingestion?. Ecology, 11(2): 465-468.

Pearre, S.Jr. 1982. Estimating prey preference by predators: uses of various indices, and a proposal of another based on X^2. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 914-923.

Petraitis, S.P. 1979. Likelihood measures of niche breadth and overlap. Ecology 60(4): 703-710.

Phillips, J.B. 1948. Growth of the sardine, Sardinops caerulea, 1941-1942 through 1946-1947. Fish Bull., Sacramento, 71:33p.

Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology 13:131-144.

Pinkas, L. M.S. Oliphant y I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Depart. of Fish and Game. Fish Bull. 152, 105 p.

Radovich, J. 1952a. Food of the Pacific sardine, Sardinops caerulea from central Baja California and southern California. California Fish and Game, 38(4): 575-585.

Radovich, J. 1952b. Report of the young sardine, Sardinops caerulea, survey in California and Mexican waters 1950 and 1951. Fish Bull. Calif Dep. Fish and Game :31-63.

Radovich, J. 1962. Effects of sardine spawning stock size and environment on year-class production. California Fish and Game. 48: 123-140.

Radovich, J. 1982. The collapse of the California sardine fishery. What have we learned ? .CaLCOFI rep. 23:56-78

Ramírez-Granados, R. 1958. Aspectos biológicos y económicos de la pesquería de sardina Sardinops caerulea (Girard, 1854) en aguas mexicanas del Pacífico. Secretaría de Marina. Dirección Gral. de Pesca e Ind. Con. México, D.F.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can.

Robles, J.M. y S.G. Marinone. 1987. Seasonal and interannual thermohal

Roden, G.I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: Van Andel, Tj.H. y G.G. Shor, Jr. (editors). Marine Geology of the Gulf of California: A Symposium. Amer Assoc. Petroleum Geologists Memoir 3:30-58.

Roden, G.I. 1971. Large-scalle upwelling off northwestern. México. J. Phys. Oceanogr. 2(2): 184-189.

Roden,G.I. y G.W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigation in the Gulf of California. J. Mar. Res., 18: 10-35.

Rosas-Cota, A. 1977. Corrientes geostróficas en el Golfo de California en la superficie y a 200 metros, durante las estaciones de invierno y verano. Calif. Coop. Oceanic Fish

Sheperd, J.G.y D. H. Cushing. 1981. A mechanism for density-dependent survival of larval fish as the basis of a stock-recruitment relationship. J. Cons. Int. Explor. Mer. 39(2): 160-167.

Smith, L.D. 1977. A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa, E.E.U.U. 161 pp.

Smith, P.E. 1978. Biological effects of ocean variability: time and space scales of biological respose. Rapp. p.-V Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 173: 117-127.

Smith, P.E. 1981. Fisheries on coastal pelgic fish. p.1-31. En: Marine fisheries larvae: morphalogy, ecology and relation to fisheries (R. Lasker, Ed.). Washington Sea Grant. XXX pp.

Sokal, R.R. y F. J. Rohlf. 1981. Biometry. W.H Freeman and Co., New York, New York. 859 pp.

sardina monterrey Sardinops sagax caerulea (Girard, 1984) en el Golfo de California. Tesis de licenciatura. Instituto Politecnico Nacional. 96 p.

Sprague, L.M. y A.M. Vrooman. 1962. A racial analysis of the Pacific sardine (Sardinops caerulea), based on studies of erythrocyte antigens. Annals of the New York Academy of Science. 97:131-138.

Asociation The Baltic Marine Biologist, 1979. Recomendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll. En : Edler (ed) 5:38 p.

Torres, V.R.J., R. Reyes M. y R. Rodriguez S. 1986. Ciclo reproductor de Sardinops sagax (sardina monterrey) en el Golfo de California. Inv. Mar. CICIMAR, 3(1):52-68.

Valdéz-Holguín y Lara-Lara. 1987. Productividad primaria en el Golfo de California. Efectos del evento El Niño 1982-1983. Ciencias Marinas, 13(2): 34-50.

Vrooman, A.M. 1964. Serological differentiated subpopulations of the Pacific sardine, Sardinops caerulea. J. Fish. Res. Bd. Canada. 21(4):691-701.

Wallace, R.K.Jr. 1981. An assessment of diet-overlap index. Trans. Amer. Fish. Soc., 110: 72-76.

Werner, E.E. y D.J. Hall, 1974. Optimal foraging and the size selection of prey by the bluegill sunfish (Lepomis macrochirus). Ecology 55: 1042-1052.

Whitehead, P.J.P. 1985. FAO Species catalogue. Clupeoid fishes of the world. An annotated and ilustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 1-Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO fish synop. 7(125):303 p.

Wisner, R.L. 1961. Age composition of the Pacific sardine. United States Fish and Wild Life Service, Res. rep. 53:1-36.

Wong-Rios, 1974. Biología de la sardina del Golfo de California. CaLCOFI Rep. 17: 97-100.

Wyllie, J.G. 1966. Geostrophic flow of the California Current at the surface and at 200meters. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Atlas 4:Vll-Xlll, 288 charts.

Anexo 1.- Formulación química empleada en reactivos de laboratorio.

LUGOL :

Es el más gentil conservador para muestras de fitoplancton y es adecuado para muestras que contengan organismos delicados. Así mismo ayuda a una más rápida sedimentación que otros conservadores de uso común.

Yodo resublimado ..... 10 g

Yoduro de Potasio ..... 20 g

Acido Acético ..... 20 g

Agua destilada ..... 200 ml

SOLUCION BOUIN :

Es un fijador de uso general en técnicas vegetales y en histología para la separación de huevos de las gónadas en peces. Las muestras pueden durar en este fijador hasta dos meses sin sufrir daño.

Acido Pícrico en solución acuosa saturada 75ml

Formol comercial (Formalina) 25ml

Acido Acetico Glacial 5ml

El tiempo que duran las muestras en la solución varía de acuerdo a la cantidad mucilaginosa que contengan. Durante el tiempo que actúa la solución, las muestras deben mantenerse en agitación moderada.

Anexo 2.- Taxa encontrados en los contenidos estomacales así como su volumen y las fórmulas estequioemétricas empleadas en la determinación de este.

Taxòn	Formula	Volumen (mm^3)
Zooplancton:		
Copepodo calanoide	elipse	6.6×10^{-2}
Copepodo ciclopoide	elipse	6.0×10^{-2}
Copepodo arpacticoide	elipse	1.1×10^{-2}
Mysidaceo	elipse	1.5
Braquiuro (larvas)	segmento esferico + cilindro	4.9×10^{-2}
Pagurido (larvas)	elipse	4.9×10^{-1}
Eufausido (larvas)	elipse	2.3×10^{-1}
Anfípodo (larvas)	elipse	8.8×10^{-1}
Cladocero	cono truncado	2.6×10^{-2}
Ostracodo	elipse	2.8×10^{-2}
Peneido	elipse	2.3×10^{-1}
Sergestido	elipsoide	3.5
Molusco	esfera/2	1.7×10^{-1}
Poliqueto	elipse	4.0×10^{-2}
Platelmintos	paralelepipedo	7.5×10^{-3}
Quetognatos	cilindro	9.8×10^{-1}
Ascidiaceo	elipse rotacional c/seccio'n circular	1.3
Larvaceo	paralelepipedo	4.9×10^{-2}
Huevos de invertebrados	esfera,elipse	5.7×10^{-3}
Fitoplancton:		
Coscinodiscus spp	cilindro	1.3×10^{-2}
Rhizosolenia spp	cilindro	9.7×10^{-5}
Gyrosigma sp	elipsoide	3.6×10^{-5}
Thalassiossira spp	cilindro	1.1×10^{-4}
Lithodesmium spp	paralelepipedo	5.1×10^{-5}
Bacteriastrum spp	cilindro	4.2×10^{-5}
Chaetoceros spp	elipse	3.2×10^{-6}
Melosira spp	cilindro	3.1×10^{-5}
Actinoptychus spp	cilindro	8.9×10^{-5}
Thalassionema sp	paralelepipedo	4.1×10^{-6}
Nitzschia sp	paralelepipedo, paralelepipedo/2	3.6×10^{-6}
Corethron sp	cilindro	7.0×10^{-5}
Stephanopyxis spp	cilindro	1.7×10^{-4}

Continuación...

Planctoniella sp	cilindro	2.8×10^{-6}
Eucampia sp	paralelepipedo	9.8×10^{-6}
Biddulphia	elipsoide	1.5×10^{-4}
Thalassiotrix sp	paralelepipedo	2.0×10^{-5}
Skeletonema sp	cilindro	8.9×10^{-6}
Navicula spp	paralelepipedo, paralelepipedo/2	8.7×10^{-6}
Asteromphalus sp	cilindro	1.5×10^{-4}
Pleurosigma spp	elipsoide	9.3×10^{-5}
Amphora sp	elipsoide	7.1×10^{-6}
Leptocilindricus sp	cilindro	8.8×10^{-6}
Campilosira sp	paralelepipedo	1.3×10^{-5}
Amphiprora sp	paralelepipedo - 1/3	2.7×10^{-5}
Plagiograma sp	elipse	5.8×10^{-5}
Diploneis sp	paralelepipedo	2.8×10^{-6}
Diplopsalis sp	esfera	1.2×10^{-4}
Podolampas sp	esfera + cono + 2 conos	4.5×10^{-5}
Ornithocercus sp	elipse rotacional c/seccio'n circular	1.1×10^{-4}
Dinophisis sp	cilindro	9.8×10^{-3}
Protoperidinium spp	2 conos+1cono, 2conos, esfera, cono+esfera/2	4.6×10^{-4}
Prorocentrum spp	esfera - 10%	4.2×10^{-4}
Pyrocistis sp	cilindro, esfera	1.7×10^{-6}
Gimnodinium spp	2 conos	1.7×10^{-4}
Gonyaulax spp	esfera+trapezoide+paralelepinedo/2	1.2×10^{-4}
Ceratium spp	2 conos+paralelepipedo+trapezoide+cilindro	1.6×10^{-5}
Dissodinium sp	esfera/4	1.9×10^{-4}
Amphisolenia sp	paralelepipedo	7.0×10^{-5}
Noctiluca sp	esfera	2.6×10^{-1}
Goniodoma sp	esfera	3.1×10^{-5}
Dictyocha sp	cilindro	2.1×10^{-5}
Distephanus sp	cilindro	6.0×10^{-7}
Globigerina sp	esfera - 1/3	5.2×10^{-4}
Favella sp	cono	1.6×10^{-5}
Tintinnopsis sp	cono truncado	2.6×10^{-4}
Caloneis sp	paralelepipedo	3.5×10^{-6}

Anexo 3.- Densidad (org/m^{-3}) de los taxa presentes en el plancton en las tres estaciones.

GRUPOS TAXONOMICOS	ESTACION 1	ESTACION 2	ESTACION 3
Larvas de invertebrados	1, 690	2, 029	523
Braquiuros	271	415	515
Equinodermos	5	4	3
Copepodos calanoides	1, 480	3, 292	1, 061
Copepodo ciclopoide	2, 740	2, 359	1, 159
Copepodo harpacticoide	374	755	263
Ostracodos	27	2	0
Mysidaceos	179	0	0
Peneidos	21	4	0
Paguridos	3	0	4
Cumaceos	1	0	0
Eufausidos	42	0	12
Cirripedios	1	0	0
Quetognatos	6	2	1
Larvaceos	405	135	127
Ascidiaceo	64	48	2
Thaliaceos	0	7	1
Ictioplancton	8	9	8
Celenterados	39	43	2
Poliquetos	22	28	140
Moluscos	12	3	2
Isopodos	1	1	0
Ctenoforos	1	1	0
Platelmintos	1	1	10
Anfipodos	0	5	4
Cladocero	0	175	5

Anexo 3.- Densidad (org/m^{-3}) de los taxa presentes en el plancton en las tres estaciones.

GRUPOS TAXONOMICOS	ESTACION 1	ESTACION 2	ESTACION 3
Larvas de invertebrados	1, 690	2, 029	523
Braquiuros	271	415	515
Equinodermos	5	4	3
Copepodos calanoides	1, 480	3, 293	1, 061
Copepodo ciclopoide	2, 740	2, 359	1, 159
Copepodo harpacticoide	374	755	263
Ostracodos	27	2	0
Mysidaceos	179	0	0
Peneidos	21	4	0
Paguridos	3	0	4
Cumaceos	1	0	0
Eufausidos	42	0	12
Cirripedios	1	0	0
Quetognatos	6	2	1
Larvaceos	405	135	127
Ascidiacea	64	48	2

Continuación...

Codonellopsis sp	250	55	0
Metacylis sp	263	110	135
Tintinnopsis sp	190	647	334
Dadayella sp	127	90	110
Trichodesmium	278	159	0
Pyrocistis	70	55	55
Chetoceros sp	283, 883	232, 635	439, 999
Coscinodiscus sp	544, 061	270, 575	321, 634
Thalassionema sp	7, 959	6, 575	2, 474
Nitzschia sp	333, 912	86, 319	28, 379
Amphora sp	2, 749	1,600	260
Amphisolenia sp	917	120	510
Pleurosigma sp	392	993	900
Navicula sp	7, 773	5, 113	3, 692
Arachnoidiscus sp	110	59	110
Stephanopyxis sp	40, 936	26, 004	13, 195
Lithodesmium sp	84, 012	49, 036	59, 392
Coscinosira sp	183	153	120
Asteromphalus sp	255	355	154
Actinoptychus sp	1, 146	2, 153	4, 308
Skeletonema sp	716	975	308
Diploneis sp	183	120	150
Thalassiosira sp	9, 525	10, 495	11, 352
Amphorella sp	394	250	300
Amphiprora sp	183	170	0
Bacteriastrum sp	3, 933	5, 916	4, 250
Eucampia sp	253	3, 078	1, 200
Grammatophora sp	255	135	45

Continuación...

Surirella sp	2, 812	417	1, 523
Gyrosigma sp	405	459	308
Plagiograma sp	197	145	0
Caloneis sp	70	50	0
Tropidoneis sp	278	120	175
Planctoniella sp	278	466	308
Streenstrupiella sp	1522	1200	0
Halosphaera sp	70	50	50
Distephanus sp	70	70	0
Rhizosolenia sp	12, 113	17, 545	15, 538
Thalassiotrix sp	20, 731	46, 923	15, 559
Asterionella sp	1, 100	1, 176	1, 616
Corethron sp	0	12	5
Biddulphia sp	610	355	312
Melosira sp	1, 280	2, 271	616
Schoredella sp	0	246	124
Coxliella sp	0	135	308
No. de taxa por estación	**75**	**70**	**64**

Bacteriastrum spp.	-1.0000	-0.0002	-0.1972	-0.0000	-1.0000	-0.0002
Melosira sp.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Actinoptychus sp.	[illegible]	[illegible]	0.3600	0.0523	0.3472	0.0291
Thalassionema sp.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	-0.0264
Nitzschia sp.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	0.0000	0.0000	0.6136	0.0002	-1.0000	-0.0000

Anexo 5.- Porciento numérico (A) y volumétrico (B) para cada uno de los taxa encontrados en los contenidos estomacales de los ejemplares de sardina colectados en el B/O BIP XI en el Golfo de California.

Taxa	1	2	3	4	5	6
Copepodos calanoides	3.51	1.08	3.72	1.14	64.26	5.00
Copepodos ciclopoides	0.08	0.04	0.49	0.10	2.71	2.11
Copepodos harpacticoides	0.08	0.02	0.00	0.01	1.62	0.05
Larvaceos	0.33	0.01	0.07	0.04	2.17	0.15

B)

Taxa	1	2	3	4	5	6
Copepodos calanoides	43.55	48.20	77.82	36.87	86.03	28.65
Copepodos ciclopoides	0.85	1.48	9.16	2.90	3.25	10.84
Copepodos harpacticoides	0.15	0.15	0.01	0.03	0.36	0.04
Larvaceos	3.00	0.05	1.07	1.05	2.12	0.63
Braquiuros	34.92	1.16	1.35	0.00	1.78	12.72
Moluscos	0.00	0.00	0.49	0.48	0.64	0.00
Poliquetos	0.00	0.09	1.99	0.21	2.61	0.05
Huevos de anchoveta	2.58	32.27	2.25	34.27	2.97	43.59
Coscinodiscus spp	13.70	13.3	3.53	17.89	0.00	3.11
Thalassiossira spp	0.08	0.00	0.11	0.03	0.00	0.01
Rhizosolenia spp	0.00	0.16	0.15	0.08	0.00	0.05
Gyrosigma spp	0.00	0.06	0.06	0.04	0.00	0.00
Lithodesmium spp	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Bacteriastrum spp	0.20	0.66	0.75	0.62	0.003	0.01
Chaetoceros spp	0.00	0.00	0.01	0.001	0.001	0.01
Melosira spp	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Actinoptychus spp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Thalassionema sp	0.19	0.20	0.31	0.79	0.00	0.06