

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

CARACTERIZACION BIOECOLOGICA DE LAS TRES
ESPECIES DE SARDINA CRINUDA (O. LIBERTATE, O.
MEDIRASTRE Y O. EULLERI) DEL PAC. MEX.

T E S I S
MAESTRIA EN CIENCIAS

Guillermo Rodríguez D.

RESUMEN de la tesis de Guillermo Rodríguez Domínguez,
presentada como requisito parcial para la obtención del grado
de MAESTRO en CIENCIAS en OCEANOGRAFIA con opción en ECOLOGIA
MARINA, Ensenada, Baja California, México, Marzo de 1987.

CARACTERIZACION BIOECOLOGICA DE LAS TRES ESPECIES DE SARDINA
CRINUDA (Opisthonema libertate, O. medirastre y O. bulleri)
DEL PACIFICO MEXICANO

Resumen aprobado por:



M. C. ANAMARIA ESCOFET

Director de tesis

En el Golfo de California existe una pesquería de sardina
crinuda que se ejerce indistintamente sobre un conjunto de tres
especies (Opisthonema libertate, O. medirastre y O. bulleri).
Estas especies solo habían sido distinguidas en base a la
relación entre el número de branquispinas y la longitud
estándar, y no por otras características morfológicas o
bioecológicas. Por lo mismo, recientemente se había dudado de
el grado de especiación entre ellas.

Con el fin de abordar este problema se recabó y analizó
información biológica y ecológica de cada especie en base a
muestreos de las capturas comerciales realizadas en la zona

costera del Sur de Sinaloa, en el periodo de Noviembre de 1984 a Mayo de 1986.

El análisis de la relación entre el número de branquispinas y la longitud estándar de los ejemplares permitió separar tres grupos que razonablemente pudieron atribuirse a O. libertate, O. medirastre y O. bulleri. Estas especies se encontraron segregadas en espacio y tiempo. O. medirastre y O. bulleri solo se registraron al Sur del área de estudio mientras que O. libertate se registró en toda el área y fue la mas abundante y consistente durante la temporada de pesca (Noviembre-Mayo). En general O. libertate apareció de Diciembre a Marzo-Abril, O. medirastre en Noviembre-Diciembre y Junio-Julio, y O. bulleri solo en Abril.

Las tres especies diferieron en ciclos de reproducción, alimentación y estructura de tallas y pesos. El período de desove de O. medirastre se detectó en el invierno y el de las otras dos especies en el verano. La dieta de O. libertate estuvo compuesta principalmente por fitoplancton, mientras que el zooplancton fue mas importante en la dieta de O. bulleri y en O. medirastre. Se observó dimorfismo sexual en la estructura de tallas y pesos de O. libertate unicamente.

En O. libertate y O. bulleri se registraron proporciones de sexos muy variables en algunos meses, pero las diferencias

se compensaron en espacio y tiempo, y se sugiere que en las tres especies la proporción de sexos poblacional es de 1:1.

O. bulleri pudo ser distinguida visualmente por presentar una tonalidad azul, y por ser más grande y esbelta que las otras dos especies. En O. libertate se observó una tonalidad café.

Las estimaciones del lote de fecundidad de O. libertate y O. bulleri fueron muy similares.

Aunque las evidencias no son concluyentes para discernir el grado de especiación, las diferencias bioecológicas sugieren que existe cierto grado de aislamiento reproductivo, en el conjunto trispecífico conocido como sardina crinuda, que para los fines de la administración de sus pesquerías deben considerarse como tres unidades de población.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION
SUPERIOR DE ENSENADA

DIVISION DE OCEANOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA MARINA

CARACTERIZACION BIOECOLOGICA DE LAS TRES ESPECIES DE SARDINA
CRINUDA (O. libertate, O. medirastre y O. bulleri)
DEL PACIFICO MEXICANO.

T E S I S

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

GUILLERMO RODRIGUEZ DOMINGUEZ

Ensenada, B.C., Marzo de 1987.

TESIS APROBADA PARA SU DEFENSA POR:



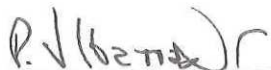
M.C. Anamaria Escofet Giansone, Director del Comité



M.C. Gregory Hammann, Miembro del Comité



M.C. Timothy R. Baumgartner, Miembro del Comité



M.C. José de Jesús Ibarra Villaseñor, Miembro del Comité



M.C. Gregory Hammann, Jefe del Departamento de Ecología Marina



Dr. José Rubén Lara Lara, Director Interino de la División de Oceanología



M.C. Cuauhtémoc Nava Button, Director Académico Interino

Tesis presenta en Abril 03, 1987.

Con amor a

Dora, Gandhi y Brenda

mi esposa e hijos

a mis padres Elias Rodríguez

y Brígida Domínguez

a mis hermanos

a Mamá Pola

y a la memoria de los seres

queridos que aún sobreviven

en mis recuerdos: Vidal

Domínguez, M^á Magdalena Rodríguez,

Luis Rodríguez, Catalina Pineda,

Gerónimo Rodríguez y Esther Lizárraga.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al CONACyT por financiar mis estudios de maestría y a la Universidad Autónoma de Sinaloa por el apoyo otorgado. iii

A mi director de tesis Anamaría Escofet por su asesoría y constante apoyo en la realización de esta tesis.

A los miembros de mi comité de tesis: Dr. Timothy R. Baumgartner, M.C. M. Gregory Hamann y M.C. Jose de Jesús Ibarra Villaseñor; por la revisión del manuscrito y sus valiosas sugerencias.

Al Dr. Jorge de la Rosa por revisar la sección de la discusión sobre el problema de especiación.

A los biólogos pesqueros: Adriana Jasso Vizcarra, Rosa Isela Zamudio Hector Carvajal, Gilberto Tirado Tostado, Jesús Zatarain de la Rosa y Manuel Otilio Nevárez Martínez; por su valiosa colaboración en la toma y análisis de muestras.

Al personal científico del C.R.I.P. de Mazatlán y especialmente a los biólogos: Rodolfo Beltrán Pimienta, Ernesto Briones, Juan Antonio de Anda y Yanira Green; por la ayuda prestada y por permitirme analizar sus muestras y datos biológicos de sardina crinuda de la temporada 1984-1985.

Al M.C. Miguel Cisneros Mata y al Biól. Jaime Estrada, del C.R.I.P. de Guaymas, por la información bibliográfica proporcionada.

A los Drs. Isidro Osuna y Federico Páez; por permitirme usar el equipo de su laboratorio.

La realización de esta tesis no habría sido posible sin la colaboración de la tripulación de los barcos Chupe, Cora y Tortugas.

Finalmente quiero agradecer a los intendentes Gabino, Tito, Maurilio, Félix, y Nicolás, y a mis maestros y compañeros de maestría en el CICESE por hacer agradable mi estancia en este Centro.

C O N T E N I D O

	PAGINA
1.- INTRODUCCION	11
1.1.- Antecedentes	5
1.2.- Objetivos	9
1.3.- Area de estudio	10
2.- METODOLOGIA	13
3.- RESULTADOS	29
3.1.- Definición y distribución de las especies	29
3.2.- Estructura poblacional de tallas y pesos	39
3.3.- Proporción de sexos	60
3.4.- Madurez gonádica	60
3.5.- Alimentación	69
3.6.- Factor de condición	81
3.7.- Fecundidad	83
4.- DISCUSION	88
4.1.- Estructura poblacional	92
4.2.- Proporción de sexos	95
4.3.- Ciclo de madurez gonádica	99
4.4.- Alimentación	102
4.5.- Fecundidad	108
4.6.- Distribución espacio-temporal de las especies en el área de estudio	111
4.7. Validez específica de las características bioecológicas	116

Cont. C O N T E N I D O

	PAGINA
5.- CONCLUSIONES	121
6.- RECOMENDACIONES	125
7.- BIBLIOGRAFIA	126

LISTA DE FIGURAS

Figura

Página

- 1.- Detalle de la costa Sur del estado de Sinaloa. Las zonas de captura de sardina crinuda están indicadas por las áreas punteadas. 11

- 2.- Arco branquial de Opisthonema (A) y detalle de la región ceratobranquial (B). Las flechas indican el límite de las branquispinas ceratobranquiales. 19

- 3.- Aparato digestivo de Opisthonema. Las líneas discontinuas señalan las regiones donde el estómago fue cortado. 22

- 4.- Diagrama de dispersión de longitud estándar contra número de branquispinas ceratobranquiales de los ejemplares de Opisthonema capturados en la Zona Sur de Mazatlán en la temporada de pesca 1984-1985 (A), y su comparación con los perfiles de las tres especies reportadas por Berry y Barret (1963) en el Norte de México (B), Sur de México (C) y la región de Perú, Panamá y Costa Rica (D). 30

- 5.- Diagrama de dispersión de longitud estándar contra número de branquispinas ceratobranquiales de los ejemplares de Opisthonema capturados en la Zona Sur de Mazatlán en la temporada de pesca 1985-1986 (A), y su comparación con los perfiles de las tres especies reportadas por Berry y Barret (1963) en el Norte de México (B), Sur de México (C) y la región de Perú, Panamá y Costa Rica (D). 32

- 6.- Diagrama de dispersión de longitud estándar contra número de branquispinas ceratobranquiales de los ejemplares de Opisthonema capturados en la Zona Norte de Mazatlán en la temporada de pesca 1984-1985

Figura

Página

- (A), y su comparación con los perfiles de O. libertate y O. medirastre reportados por Berry y Barret (1963) en el Norte de México (B), Sur de México (C) y la región de Perú, Panamá y Costa Rica (D). 33
- 7.- Diagrama de dispersión de longitud estándar contra número de branquias de los ejemplares de Opisthonema capturados en la Zona Norte de Mazatlán en la temporada de pesca 1985-1986 (A), y su comparación con los perfiles de O. libertate reportados por Berry y Barret (1963) en el Norte de México (B), Sur de México (C) y la región de Perú, Panamá y Costa Rica (D). 35
- 8.- Definición de perfiles de branquias de los ejemplares de Opisthonema colectados en la zona Sur (A, temporada 1984-1985 ; B, temporada 1985-1986) y Norte de Mazatlán (C, temporada 1984-1985; D, temporada 1985-1986). 37
- 9.- Frecuencia relativa, por muestreos seriados en el tiempo, de las tres especies de Opisthonema, en las capturas comerciales descargadas en Mazatlán, Sinaloa, de 1984 a 1986 (Las barras mas anchas representan el 100%). 38
- 10.- Distribución por zonas del índice ponderado de frecuencia relativa de las tres especies de Opisthonema de la costa Sur del estado de Sinaloa. 40
- 11.- Distribución mensual de frecuencias de tallas de machos (---) y hembras (---) de Opisthonema libertate, por zonas de captura en el Sur del estado de Sinaloa, de 1984 a 1986. 41
- 12.- Distribución de frecuencias relativas de longitud estándar de machos (---) y hembras (---) de O. libertate en los muestreos de Enero de 1986, efectuados en cuatro localidades de la zona Sur. 44

cont. LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
13.- Distribución de frecuencias relativas de longitud estándar de los juveniles de <u>O. libertate</u> capturados en la zona Norte de Mazatlán en las temporadas 1984-1985 y 1985-1986.	46
14.- Distribución espacial de frecuencias relativas de longitud estándar de larvas de <u>O. libertate</u> capturadas en el Golfo de California en Agosto (---) y Septiembre (---) de 1977. (Con base a datos proporcionados por Gil Hernández, 1982).	47
15.- Estaciones positivas con larvas de <u>Opisthonema</u> (o) y estaciones muestreadas (.) durante los cruceros de Agosto y Septiembre de 1977 en el Golfo de California. Los números indican el día del crucero cuando se muestrearon las estaciones delimitadas por las líneas discontinuas.	49
16.- Distribución de frecuencias relativas de peso total de machos (---) y hembras (---) de <u>O. libertate</u> capturada en la zona Norte y Sur de Mazatlán, Sinaloa, en la temporada de pesca 1985-1986.	50
17.- Distribución mensual de frecuencias de tallas de machos (---) y hembras (---) de <u>O. medirastre</u> , por zonas de captura en el Sur del estado de Sinaloa, de 1984 a 1986.	51
18.- Distribución de frecuencias relativas de peso total de machos (---) y hembras (---) de <u>O. medirastre</u> capturada en la zona Sur de Mazatlán, en Mayo de 1986.	53
19.- Distribución mensual de frecuencias de tallas de machos (---) y hembras (---) de <u>O. bulleri</u> capturada en la costa Sur del estado de Sinaloa, en 1985 y 1986.	56
20.- Distribución de frecuencias relativas de peso total de machos (---) y hembras (---) de <u>O. bulleri</u> capturada en la zona Sur de Mazatlán, Sinaloa, en Abril de 1986.	57

Figura	Página
21.- Variación mensual de la frecuencia relativa de los estadios de madurez gonádica de <u>O. libertate</u> , de Noviembre de 1984 a Mayo de 1986.	63
22.- Variación mensual del índice gonosomático de <u>O. libertate</u> , de Diciembre de 1985 a Mayo de 1986.	64
23.- Frecuencia relativa mensual de los estadios de madurez gonádica de <u>O. medirastre</u> , de Noviembre de 1984 a Mayo de 1986.	66
24.- Variación mensual del índice gonosomático de <u>O. medirastre</u> , de Febrero a Mayo de 1986.	67
25.- Frecuencia relativa de los estadios de madurez gonádica de <u>O. bulleri</u> , en Abril de 1985 y 1986.	68
26.- Peso seco libre de cenizas de la fracción retenida en cada tamiz, del plancton (A) y contenido estomacal de <u>O. libertate</u> capturada en el área de Punta Piaxtla, en Marzo de 1986.	72
27.- Porcentaje del índice de frecuencia numérica ponderado de los componentes del plancton (A) y del contenido estomacal (B) de <u>O. libertate</u> capturada en el área de pesca Punta Piaxtla, en Marzo de 1986.	74
28.- Peso seco libre de cenizas de la fracción retenida en cada tamiz, del plancton (A) y del contenido estomacal (B) de <u>O. bulleri</u> capturada en el área de pesca Las Cabras, en Abril de 1986.	77
29.- Porcentaje del índice de frecuencia numérica ponderado de los componentes del plancton (A) y del contenido estomacal (B) de <u>O. bulleri</u> , capturada en el área de pesca Las Cabras en Abril de 1986.	79
30.- Relación de la distancia interbranquispinal co la longitud estándar (A), y distribución de frecuencias relativas de la distancia	

cont. LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
interbranquial (B) de <u>O. libertate</u> , <u>O. medirastre</u> y <u>O. bulleri</u> .	80
31.- Variación mensual de los factores de condición de <u>O. libertate</u> capturada en la costa Sur del estado de Sinaloa, de Diciembre de 1985 a Mayo de 1986, calculado con peso total (círculos claros) y peso eviscerado (círculos oscuros).	82
32.- Relación de longitud estándar y peso total con la fecundidad individual de <u>O. libertate</u> , estimada con el grupo modal de diámetro de óvulos mas avanzado (A y B), y con el grupo de óvulos mas pequeños (C y D).	84
33.- Relación de longitud estándar y peso total con la fecundidad individual de <u>O. bulleri</u> , estimada con el grupo modal de diámetro de óvulos mas avanzado (A y B), y con el grupo de óvulos mas pequeños (C y D).	86

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I.- Resumen de datos de los ejemplares de las tres especies de <u>Opisthonema</u> que fueron utilizados para el análisis de contenido estomacal.	21
II.- Análisis de varianza no paramétrico de dos factores (Wilson, 1956), de la longitud estándar de <u>O. libertate</u> , por meses, sexo y zonas de captura.	43
III.- Análisis de varianza no paramétrico de dos factores (Wilson, 1956), de la longitud estándar de <u>O. medirastre</u> , por meses y sexo.	54
IV.- Análisis de varianza no paramétrico de dos factores (Wilson, 1956), de la longitud estándar de <u>O. bulleri</u> , por meses y sexo.	55
V.- Longitud estándar media mensual y desviación estándar de <u>O. libertate</u> , <u>O. medirastre</u> y <u>O. bulleri</u> , por año y zona de captura. (En paréntesis el tamaño de la muestra).	59
VI.- Número de machos y hembras de <u>O. libertate</u> , <u>O. medirastre</u> y <u>O. bulleri</u> colectados de 1984 a 1986 (los machos son enlistados primero), con valores de Ji^2 suponiendo que la proporción de sexos es constante entre los muestreos de cada mes (a), y proporción de sexos 1:1 en el total mensual (b).	61
VII.- Composición del plancton y contenido estomacal de <u>O. libertate</u> capturada en la zona Norte de Mazatlán, en Marzo de 1986.	70
VIII.- Composición del plancton y contenido estomacal de las tres especies de <u>Opisthonema</u> capturada en la zona Sur de Mazatlán en Abril de 1986.	75

CARACTERIZACION BIOECOLOGICA DE LAS TRES ESPECIES DE SARDINA CRINUDA (Opisthonema libertate, O. medirastre y O. bulleri) DEL PACIFICO MEXICANO.

INTRODUCCION

La explotación comercial de la sardina crinuda (Opisthonema spp) en México se inició en 1963, en el area de Bahía Magdalena, B. C., con un volumen de 2219 toneladas métricas (TM). En 1968 se empezó a explotar en la región oriental del Golfo de California, pero hasta la temporada de pesca 1971-1972 (Noviembre-Junio) las capturas fueron inferiores a 10000 TM debido principalmente a que la industria de enlatado impuso un bajo precio considerando los problemas que presentaba su procesamiento y su menor calidad respecto a la sardina monterrey Sardinops sagax caerulea (Pedrín y Ancheita, 1976). Sin embargo, debido a la poca disponibilidad de sardina monterrey, la captura de sardina crinuda se incrementó a 32442 TM en la temporada de pesca 1972-1973 (Pedrín y Ancheita, 1976). Actualmente los datos de producción son superiores a 50000 TM (Valencia, 1986; Lluch-Belda et al., 1986). Este incremento se debe en gran parte a que en 1978 se incorporaron a la pesquería barcos con mayor capacidad de bodega y con refrigeración (Lluch-Belda et al., 1986).

La mayor parte de esta producción se procesa como harina

de pescado, la cual se utiliza en la elaboración de alimentos balanceados para aves y ganado. En 1985, se procesaron en Sinaloa 36135 TM como harina de pescado y 10225 TM se destinaron al consumo humano directo, ya sea enlatada o como filete fresco-congelado (Valencia, 1986).

En las costas de Sonora la sardina crinuda ocupa el segundo lugar en la captura de peces pelágicos, después de la sardina monterrey (Sardinops caerulea), mientras que en las costas de Sinaloa es el recurso mas importante seguida por la sardina bocona (Cetaengraulis mysticetus).

La pesquería se ejerce indistintamente sobre un conjunto de tres especies que incluye a O. libertate O. medirastre y O. bulleri. Berry y Barret (1963) distinguieron a estas especies con base al número de branquispinas ceratobranquiales en relación con la longitud estándar. Sin embargo la validez específica de estos caracteres merísticos fue cuestionada recientemente por Rodríguez Sánchez (1985 y com. pers.); quien planteó que solo se podía reconocer a O. libertate y O. bulleri en base a los caracteres merísticos propuestos por Berry y Barret (1963). En cambio López Lemus (1986), basado en un estudio electroforetico propuso la hipótesis de que se trataba de una sola especie con tres morfotipos.

La solución de este problema de especiación es importante

en la evaluación de la pesquería, para definir las unidades poblacionales sobre las que opera la flota pesquera.

En una unidad de población los peces presentan características vitales mas o menos homogéneas (Cushing, 1981), que garantizan un sistema de autoperpetuación, donde los peces tienen mayor probabilidad de aparearse entre si que con los de otra unidad (Hedgecock, 1984). Las fronteras entre unidades de población son definidas por diferencias genéticas producidas por algún aislamiento reproductivo, o por diferencias en algunos segmentos de sus ciclos de vida como patrones de distribución, migración, reproducción, ó comportamiento (Cushing, 1981).

El objetivo de un plan administrativo pesquero debe ser el de obtener un óptimo rendimiento y conservar la pesquería. Para lograr esto debe evaluarse información biológica de los recursos que estan siendo explotados y factores técnicos, económicos y sociales inherentes al proceso de captura, industrialización y comercialización.

Por lo tanto el grado de especiación dentro del conjunto generalmente conocido como sardina crinuda no constituye solo un ejercicio taxonómico que permita definir si se trata de especies, subespecies o morfotipos. Para una administración razonable de la pesquería es necesario identificar las unidades

de población, ya que estas juegan un papel importante en la reproducción de los peces y en sus repuestas al fenómeno de la sobrepesca. Por ejemplo Hedgecock (1984), menciona que las especies simpátricas que difieren en algunos segmentos de sus ciclos de vida, pueden ser diferencialmente vulnerables al fenómeno de la sobrepesca, sobre las bases de una pesca selectiva de talla y la asociación de la tallas de los peces con algunos importantes segmentos de sus ciclos de vida.

A pesar de que la sardina crinuda reviste considerable importancia económica y viene siendo explotada desde hace 24 años, no existen datos sobre la abundancia y variación temporal de las tres especies en las capturas comerciales, ni estudios biológicos y ecológicos de *O. medirastre* y *O. bulleri*. Por lo mismo, el grado de especiación no había sido analizado con información biológica y ecológica de las tres especies.

En este trabajo se discute el problema de especiación en base al análisis de los caracteres merísticos, de datos biológicos por especie y composición específica en espacio y tiempo de las capturas comerciales descargadas en Mazatlán, Sinaloa, durante el período de Noviembre de 1984 a Mayo de 1986. También se analizan datos de proporción de sexos y fecundidad ya que son útiles para la estimación de biomasa de los reproductores.

Antecedentes

Varios estudios existentes sobre la biología de sardina crinuda (Paez Barrera, 1976; Cisneros Mata et al., 1982; Secretaría de Pesca, 1983; García Gómez y Molina, 1986) son aplicables solo a nivel del género Opisthonema, ya que no se identificó a la especie; en otros (Sokolov y Wong, 1972 y 1973), los resultados se reportan para O. libertate aunque no se especifica si se identificó realmente a la especie, y en otros (Comas, 1976; García Coll, 1978; Torres Villegas et al, 1985) se aclara que se identificó a la especie, siendo en todos los casos O. libertate.

En general, la información sobre sardina crinuda es altamente variable y contradictoria en algunos aspectos de la biología, como son: madurez gonádica, período de desove, alimentación, composición por edades de la población, proporción de sexos y fecundidad. Es posible que esto se deba a que al menos en algunos casos las tres especies fueron consideradas como una sola unidad de población. Por ejemplo Sokolov y Wong (1973) encontraron que en el Golfo de California O. libertate presentaba un cuadro muy variado de madurez gonádica por áreas y estaciones del año, con estadios de recuperación, predesove y desove tanto en la primavera como en el otoño. El mismo tipo de resultado fue obtenido por la Secretaría de Pesca (1983), aunque ya sus autores sugieren que

la variabilidad podría deberse a un alto grado de mezcla de las especies.

Con respecto al período de desove Peterson (1956) reportó que en la región de Costa Rica O. libertate desova durante todo el año, mientras que para el Golfo de California Paez Barrera (1976) reportó un período de desove en Junio y Julio, prolongándose posiblemente hasta agosto. Para la costa occidental de Baja California Sur, Torres Villegas et al. (1985) reportaron un período de desove de Septiembre a Octubre y un lento desarrollo gonadal que comprende desde Noviembre a Febrero.

Los estudios sobre distribución y abundancia de larvas de sardina crinuda en el Golfo de California sugieren períodos de desove mas prolongados que los reportados por Paez Barrera (1976) y Torres Villegas et al. (1985). De la Campa y Gutiérrez Hernández (1974) encontraron larvas de Opisthonema sp. frente a La Paz y Santa Rosalía B.C., en el mes de Abril y Gutiérrez y Padilla (1974) encontraron una mayor concentración de larvas en la parte centro y Norte del Golfo de California en el mes de Julio y escasamente en la region Sur en el mes de Febrero. Gil Hernández (1982) encontró una mayor proporción de larvas pequeñas (3.75 mm) en Agosto que en Septiembre, y supuso que se debia a que el período de desove máximo ya habia ocurrido.

Los antecedentes sobre la alimentación de sardina crinuda también son contradictorios, pues mientras Berry y Barret (1963) reportaron a las tres especies como zooplanctófagas, Sokolov y Wong (1973) y Holguín (1976) afirmaron que se alimentan principalmente de fitoplancton.

Con base a lecturas de edad en escamas de sardina crinuda Sokolov y Wong (1973) afirmaron que las poblaciones del Golfo de California estaban dominadas por individuos de dos y tres años, en cambio García Coll (1978) encontró una mayor proporción de la edad tres y cuatro. García Gomez y Molina (1986) reportaron una mayor proporción de individuos de dos y tres años en ejemplares capturados en Noviembre y Diciembre de 1977, pero en los ejemplares capturados en Abril y Mayo de 1978 encontraron una mayor dominancia de las edades tres y cuatro. Considerando sus datos de madurez gonádica e incrementos del último anillo al borde de la escama, estos autores sugirieron que posiblemente habían analizado dos poblaciones con diferentes patrones de migración y desove, pero no identificaron la especie con la que trabajaron.

García Coll (1978) encontró que en O. libertate las hembras eran mas grandes y de mayor peso que los machos, en cada grupo de edad. Estos resultados fueron consistentes con los de García Gomez y Molina (1986) para los ejemplares capturados en Abril y Mayo de 1978, pero no con los capturados

en Noviembre y Diciembre de 1977.

Los antecedentes sobre proporción de sexos y fecundidad son escasos, y es importante evaluarlos para poder estimar la biomasa de los reproductores por el método de producción de huevos (Parker, 1980). Sokolov y Wong (1973) reportaron proporciones de sexos muy variables para O. libertate, donde excepcionalmente se cumplía la proporción 1:1, pero no explicaron las causas de esto.

El análisis histológicos de las gónadas de peces del género Opisthonema ha mostrado que existe asincronía en el desarrollo de los ovocitos sugiriendo que pueden desovar varias veces en el período de reproducción (Paez Barrera, 1976). Torres Villegas et al, (1985) estimaron la fecundidad de O. libertate en 652.96 óvulos/gr, suponiendo que todo el grupo de ovocitos de mayor diámetro son expulsados en el desove inmediato (fecundidad del lote). Paez Barrera et al., (1976) solo estimó la fecundidad individual, para el género Opisthonema entre 20,000 y 70,000 óvulos por hembra.

Objetivos

El objetivo de este trabajo fue el de caracterizar bioecológicamente a las tres especies de sardina crinuda del Pacífico Mexicano, en base al análisis de:

1. la composición específica en espacio y tiempo de las capturas comerciales descargadas en Mazatlán, Sinaloa, y
2. de algunos datos biológicos y poblacionales por especie, como:
 - 2.1. ciclo de madurez gonádica
 - 2.2. Alimentación
 - 2.3. Fecundidad
 - 2.4. Estructura poblacional
 - 2.4.1. Tallas y pesos
 - 2.4.2. Proporción de sexos

Area de estudio

El área de estudio queda enmarcada por las dos zonas de captura de sardina crinuda de la flota pesquera con base en Mazatlán, Sinaloa (figura 1). Una de las zonas de pesca se ubica entre 35 y 100 millas náuticas al Norte de Mazatlán y la otra entre 10 y 65 millas náuticas al Sur de la misma localidad.

Estas zonas son consideradas dentro de una región de transición en la que interaccionan tres masas de agua: Las aguas frías de la Corriente de California de baja salinidad ($S < 34.6\%$), que domina desde Noviembre hasta Abril; las aguas cálidas superficiales del Pacífico Oriental Tropical de salinidad intermedia (34.65% a 34.85%), que domina de Agosto a Octubre y el agua cálida altamente salina ($S > 34.9\%$) del Golfo de California que aparece intermitentemente (Stevenson, 1970). Aparte de la variación estacional de las masas de agua superficiales en la boca del Golfo de California existen variaciones interanuales producidas por fluctuaciones en la intensidad del sistema de corrientes ecuatoriales asociado con los fenómenos "El Niño" (Baumgartner y Christensen, 1985).

La mayor precipitación pluvial se registra a finales del verano y otoño, variando entre 500 a 1000 mm/año (Roden y Groves, 1959). Durante esta época existe un considerable

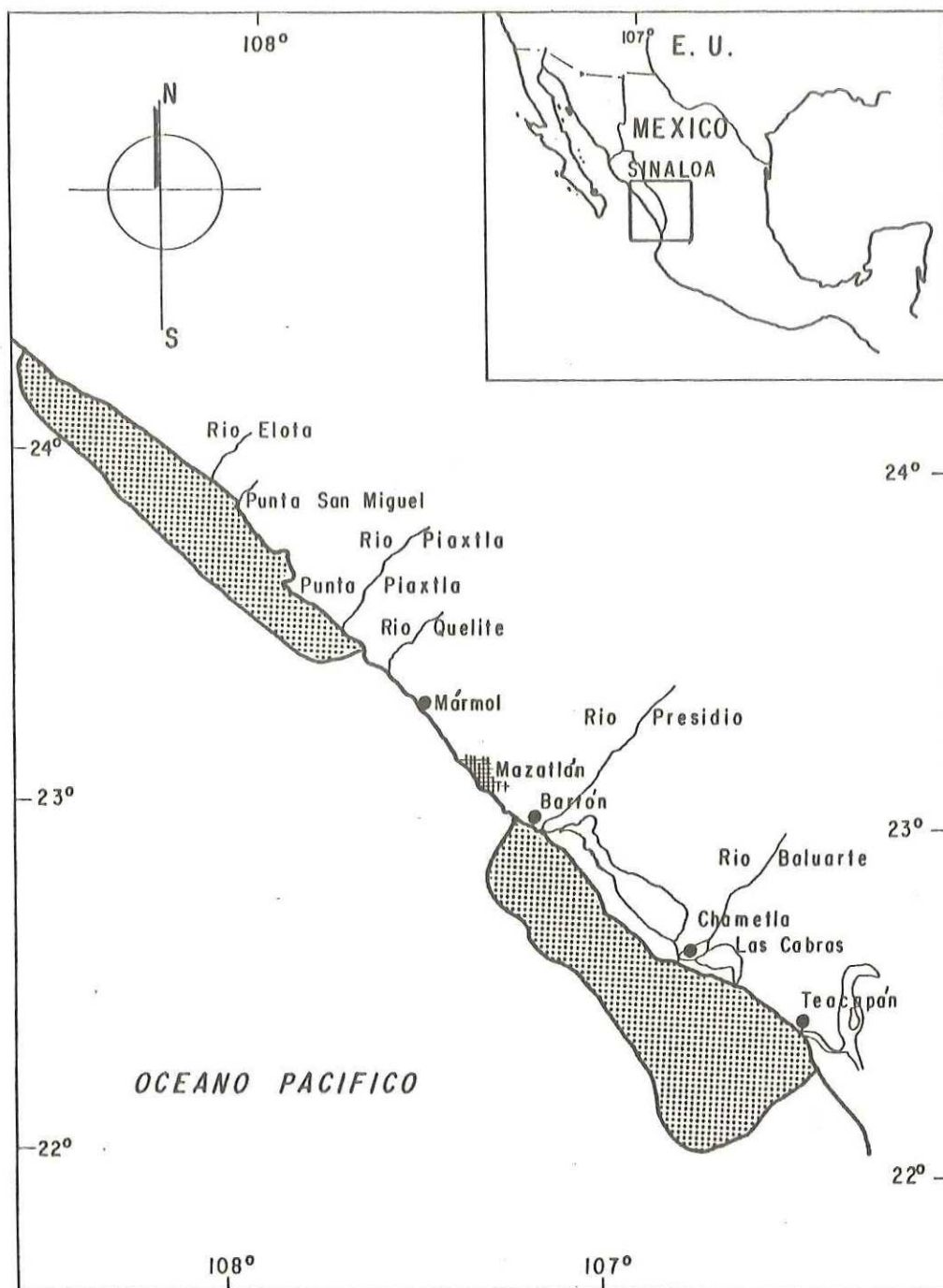


Figura 1.- Detalle de la costa Sur del estado de Sinaloa. Las zonas de captura de sardina crinuda están indicadas por las áreas punteadas.

aporte de agua dulce por los cinco ríos que existen en la costa Sur del estado de Sinaloa; Elota, Piaxtla, Quelite, Presidio y Baluarte. Frente a sus desembocaduras se registra la mayor parte de las capturas de sardina crinuda, aunque la temporada de pesca no coincide con la estación lluviosa.

En el invierno los vientos son predominantemente del Noroeste, y del Sureste en el verano (Roden y Groves, 1959). De Junio a Octubre pueden registrarse ciclones o fuertes tormentas tropicales llamadas chubascos (Nevares Martínez et al., 1985).

En el Golfo de California se registran surgencias en la costa oriental cuando predominan los vientos del Noroeste y en la costa occidental cuando predominan los vientos del Sureste (Roden y Groves, 1959; Badan Dagon et al., 1985).

En la región Oriental de la entrada del Golfo de California, donde se ubica el área de estudio, varios investigadores han reportado la existencia de corrientes superficiales con dirección sureste de Noviembre hasta Abril y con dirección noroeste de Agosto a Octubre (Roden, 1958; Roden y Groves, 1959; Stevenson, 1970; Rosas Cota, 1977). Además Rosas Cota (1977) y Badan Dagon et al. (1985) reportaron un giro ciclónico enfrente de Guaymas, Sonora, que transporta agua de la costa oriental a la occidental en el mes de Agosto.

METODOLOGIA

Se colectaron muestras de sardina crinuda de 5 a 15 capturas comerciales por mes descargadas en Mazatlán Sinaloa, en las temporadas de pesca de Noviembre 1984 - Abril 1985 y Diciembre 1985 - Mayo 1986. Las capturas provenian de dos areas de pesca, una localizada entre 35 y 100 millas náuticas al Norte de Mazatlán y otra al Sur entre 10 y 65 millas. Estas capturas se realizan con redes de cerco de 1.4 cm de luz malla.

En la primer temporada de pesca el muestreo estuvo a cargo de los capitanes de los barcos pesqueros, quienes en cada lance tomaban con una pala una muestra de aproximadamente 40 sardinas y las colocaban en bolsas de plástico con una etiqueta donde se anotaba el area de pesca. La muestra se mantuvo en hielo hasta que fue entregada a los investigadores del Centro Regional de Investigación Pesquera (C.R.I.P.) de Mazatlán, Sinaloa. Aparte, en este Centro se realizaba un muestreo masivo que consistia en tomar la longitud estandar de todas las sardinas y un muestreo biológico donde se elegían al azar entre 15 a 20 sardinas a las que se media la longitud estandar y se determinaba el sexo y madurez gonádica. Se extrajeron el primer arco branquial derecho y la gónada y se preservaron en formol al 5%.

En la segunda temporada de pesca el muestreo estuvo a

cargo del grupo de ecología pesquera de la Escuela Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Se colectaron muestras de 40 a 60 sardinas tomadas al azar en las plantas procesadoras de harina de pescado en el momento de las descargas. El número mínimo de sardinas muestreadas se eligió mensualmente en base al tamaño mínimo de muestra calculado para estimar la longitud estándar y el peso medio poblacional con un 95% de confianza, de acuerdo con la siguiente expresión (Snedecor y Cochran, 1977):

$$N = \frac{2}{4} \frac{S^2}{L^2}$$

donde S^2 es la varianza estimada en un muestreo preliminar y L el error aceptable en la estima de la media poblacional. En este caso, se aceptó arbitrariamente ± 3 mm y ± 3 gr para el error en la longitud y peso medio respectivamente. En toda la muestra se registró la longitud estándar y longitud total con precisión de 1.0 mm; peso total y peso eviscerado, con precisión de 0.1 gr; se determinó el sexo, madurez gonádica y se colectaron el primer arco branquial derecho y la gónada, las cuales se preservaron en formol al 5% para su análisis posterior.

Madurez gonádica.

La madurez gonádica se determinó con una escala somática

modificada de la descrita por Sokolov y Wong (1973) |

ESTADIO 0. Las glándulas sexuales de hembras y machos son flagelos muy finos de color blanco situados en el epitelio de la región dorsal de la cavidad viceral. No es posible distinguir a los machos de las hembras; Los ejemplares que se presentan en este estado deben sumarse al número de inmaduros y ser anotados como juveniles.

ESTADIO 1. Comienza el desarrollo de las glándulas sexuales en los ejemplares de primera madurez o en los que las glándulas sexuales se reabsorbieron después del desove. Las glándulas son alargadas como cordones, de color rojizo y ocupan de $1/2$ a $3/4$ de la longitud de la cavidad viceral. Los ovarios presentan un vaso sanguíneo grueso por el lado interno.

ESTADIO 2. Las glándulas sexuales ocupan entre $1/3$ a $1/2$ de la longitud de la cavidad viceral. Los ovarios son de color rojo o rosaceo y presentan pequeños óvulos opacos que solo son visibles al microscopio. Los testículos son de color blanco o crema, anchos en la porción anterior y angostos en la posterior.

ESTADIO 3. El desarrollo de las glándulas alcanza casi el máximo. Los ovarios son de color rosaceo o amarillo pálido y los testículos de color blanco. Los óvulos son

macroscópicamente visibles, pero no son expulsados al presionar las glándulas sexuales.

ESTADIO 4. Las glándulas sexuales ocupan casi toda la cavidad visceral. Los ovarios son de color amarillo, con abundante vascularización secundaria. Los testículos son de color blanco y al igual que los ovarios sus productos sexuales son expulsados al presionarlos.

ESTADIO 5. Los productos gonádicos han sido expulsados, los ovarios y los testículos están flácidos, y de color rojo obscuro.

Ademas se tomo el peso húmedo de la gónada preservada con una precisión de 0.01 gr, eliminando el exceso de humedad con papel secante y se calculó un índice gonosomático con la siguiente fórmula:

$$IG = \frac{\text{Peso gónada}}{\text{Peso total}} \times 100$$

Factor de condición.

En la segunda temporada de pesca se calculó el factor de condición de Fulton (Ricker, 1975) multiplicado por 10^5

(Colle y Shireman, 1980), con el peso total y con el peso eviscerado, por medio de la siguiente expresión:

$$FC = \frac{P}{LT^3} \times 10^5$$

donde FC es factor de condición, P es peso total ó peso eviscerado y LT longitud total.

Identificación de las especies.

Para la identificación de las especies se siguió el criterio de Berry y Barret (1963) que consiste en contruir diagramas de dispersión del número de branquispinas ceratobranquiales contra la longitud estándar e identificar en estos los grupos de puntos que forman cada especie. Los diagramas de dispersión se construyeron considerando por separado áreas y temporadas de pesca. Después, se compararon con los perfiles de branquispinas (líneas que circunscriben los grupos de puntos de cada especie) reportados por Berry y Barret (1963) para la región del Norte de México (Sonora y Sinaloa), Sur de México (Nayarit y Golfo de Tehuantepec) y la región de Perú, Panamá y Costa Rica. Los perfiles de branquispinas reportados por Berry y Barret (1963) para el Norte de México no fueron usados estrictamente para la identificación de las especies porque la zona de captura localizada al sur de

Mazatlán se encuentra cerca del límite que separa las regiones consideradas como Norte y Sur de México por Berry y Barret (1963).

Para facilitar el conteo de las branquispinas ceratobranquiales del primer arco branquial, se eliminó el tejido oscuro que cubre la superficie opercular de los huesos epibranquiaal, ceratobranquil e hipobranquial para dejar visibles las porciones cartilaginosas donde se unen (figura 2A). La primer branquispina que se determinó como ceratobranquial, en la juntura de los huesos ceratobranquial e hipobranquial, fué la que inserta su base por adelante de una mancha oblicua que se observa en la porción media del cartílago (figura 2B). La última branquispina se reconoce porque su base se distorsiona formando un ángulo con la base de la primer branquispina epibranquial debido al angulo que forman los huesos epibranquial y ceratobranquial; además, el espacio entre las dos branquispinas forma una especie de triángulo en su porción inferior porque se juntan hacia arriba cuando se extiende el arco a su posición natural (figura 2B).

Alimentación

Para determinar la dieta se realizaron dos viajes a bordo de los barcos para coleccionar sardinas recién capturadas a las cuáles se les inyectó en el vientre una solución de formol al

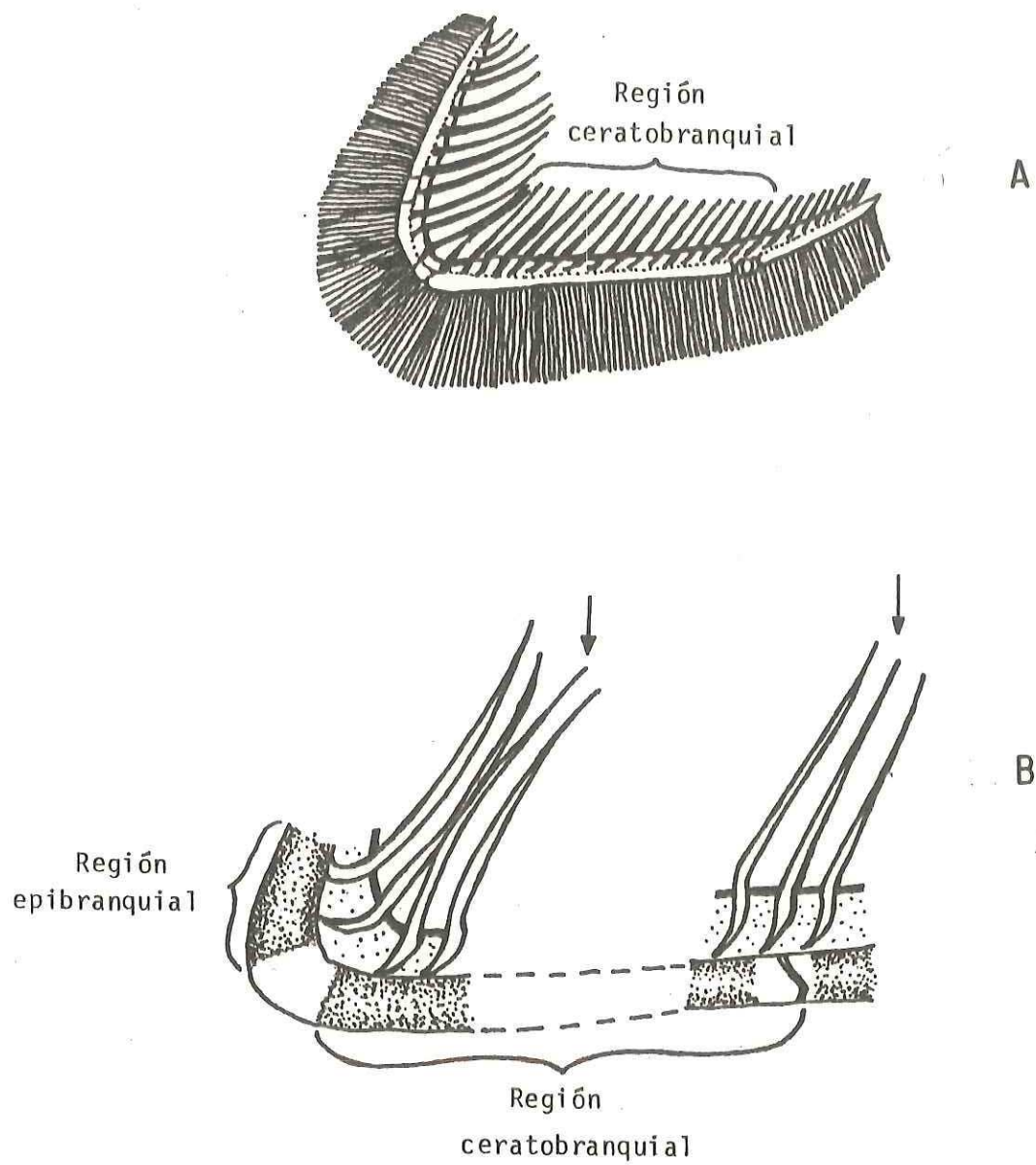


Figura 2.- Arco branquial de Opisthonema (A) y detalle de la región ceratobranchial (B). Las flechas indican el límite de las branquispinas ceratobranchiales.

7% para tratar de detener el proceso digestivo. En la tabla I se resumen los datos de los ejemplares de cada especie que fueron utilizados para el análisis.

Conjuntamente con la colecta de sardinas para los análisis de contenido estomacal, se realizó un arrastre vertical de plancton en el lugar de la captura, con una red anillo de plancton de 75 micras de luz de malla, 30 cm de diámetro de la boca y un metro de largo. Estos muestreos se efectuaron dejando caer la red hasta cerca del fondo, con un peso colocado tres metros delante de la red, sobre el cabo que sujeta a las bridas, recobrando y volviendo a repetir el proceso tres veces, pero siempre en un tiempo menor de dos minutos para disminuir el riesgo de colmatación de la red. Esta maniobra se realizó en el extremo opuesto del barco donde se lanzó la red de cerco y antes de que esta se recobrara, para evitar el disturbio que esto causa en la columna de agua.

En el laboratorio se identificaron las especies de sardina y los estómagos se cortaron en la porción posterior del esófago y de la parte donde termina la región cardiaca (figura 3). Los contenidos estomacales se juntaron y se pasaron a través de tamices de 220, 180, 150, 105, 90 y 75 micras de luz de malla, lavando primero con agua corriente y después con agua destilada para eliminar el exceso de sales. Una muestra de lo retenido en cada tamiz se usó para análisis cualitativo. Las muestras

Tabla I.- Resumen de datos de los ejemplares de las tres especies de Opisthonema que fueron utilizados para el análisis de contenido estomacal.

	número	mes de colecta	Rango de longitud estándar	zona de captura
O. libertate	40	Marzo	137 mm a 162 mm	ZONA NORTE
	3	Abril	135, 156 y 158 mm	ZONA SUR
O. medirastre	2	Abril	139 mm y 143 mm	Zona SUR
O. bulleri	50	Abril	145 mm a 175 mm	ZONA SUR

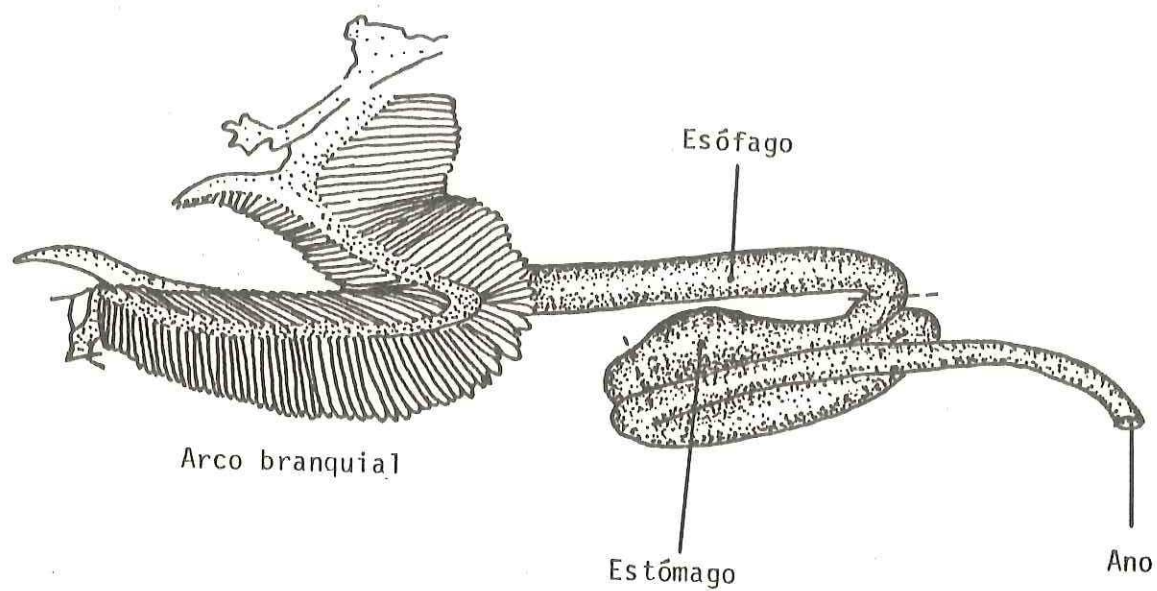


Figura 3. Aparato digestivo de *Opisthonema*. Las líneas discontinuas señalan las regiones donde el estómago fue cortado.

de los tres tamices de malla mas pequeña (75, 90 y 105 micras) se observaron en un microscopio compuesto a 100X, anotando los grupos de organismos encontrados y su frecuencia numérica en dos transectos perpendiculares sobre la muestra colocada en un portaobjeto. Las muestras de los tres tamices de malla mas grande (150, 180 y 220 micras) se analizaron en un microscopio estereoscópico, a 40X, evaluando lo encontrado en tres campos visuales en muestras colocadas en cajas de Petri. Durante estos conteos también se estimó visualmente el porcentaje de materia orgánica no identificada (M.O.N.I., materia amorfa donde los fragmentos de origen animal o vegetal no pueden identificarse).

Para tener una idea aproximada de la distribución del tamaño de las partículas alimenticias se determinó el peso seco libre de cenizas(± 0.0001 gr) de la fracción retenida en cada tamiz. Para esto las muestras se secaron a 60 C hasta peso constante y después se incineraron a 500 C durante una hora. Al peso de cada fracción se le restó una proporción similar a la estimada para la M.O.N.I. suponiendo que esta fue su contribución al peso total. Las muestras de plancton fueron procesadas de igual modo.

Con el fin de comparar la morfología funcional del aparato filtroalimentador de cada especie, se midieron los espacios entre branquiaspinas de 15 machos y 15 hembras de O. libertate y

5 machos y 6 hembras de cada una de las otras dos especies. En cada ejemplar se midieron 10 espacios entre branquiaspinas de la región ceratobranquial. Las mediciones se realizaron en la base de las branquiaspinas, bajo un microscopio compuesto equipado con micrómetro ocular de 10X y objetivo de 50X. El micrómetro fue calibrado con una reglilla "Zeiss" de 1 mm con precisión de ± 0.01 .

Este muestreo se diseñó para un análisis de covarianza; sin embargo como no se cumplieron los requisitos del modelo, solo se realizaron comparaciones gráficas de la relación espacio interbranquiaspinas-longitud estándar, entre sexos y entre especies. Además se calculó la media y varianza de los datos.

Fecundidad

Para la determinación de fecundidad se tomaron muestras de gónadas en estadio tres y cuatro de madurez gonádica. Se le practicó un corte longitudinal para que penetrara la solución Gilson en la que se fijaron. Cada tres días se agitaban los recipientes donde se colocaron para desmembrar los óvulos del tejido ovárico. Después de un mes se decantó la solución Gilson y la gónada se lavó con agua de la llave varias veces para eliminar el exceso de esta solución. Los óvulos que aún

no se habían separado del tejido ovárico fueron separados con una aguja, auxiliándose con un microscopio estereoscópico, y los restos de tejido ovárico fueron eliminados. El exceso de agua se filtró a través de un filtro Whatman; los óvulos se dejaron secar al ambiente por una semana. Después se pasaron a través de un tamiz de 90 micras para eliminar los pequeños ovocitos de color blanco que no presentaban rasgos de vitelogénesis. En los ovocitos vitelados (de color amarillo o "brandy") se observó claramente dos grupos de tamaños que diferían entre 100 y 200 micras de diámetro. Esta característica ha sido considerada como evidencia de desoves múltiples (MacGregor, 1968), por lo tanto las estimaciones de fecundidad se hicieron sobre el grupo de ovocitos de mayor tamaño que se supone que todos son expulsados en el desove inmediato. Con fines comparativos también se estimó el número de ovocitos vitelados mas pequeños. Debido a que el tamaño de ambos grupos de ovocitos fue variable entre las hembras analizadas, la luz de malla del tamiz utilizado para separarlos se eligió en cada muestra. Esta elección se hizo observando los ovocitos bajo un microscopio estereoscópico y contrastando encima de ellos tamices de 105, 150, 180 y 220 micras de luz de malla.

Los ovocitos en cada grupo se pesaron con una precisión de 0.0001 gr después de dejarlos por lo menos 24 horas en la sala donde se encontraba la balanza, para que la humedad ambiental y

la de los ovocitos se equilibrara. Se tomaron cuatro muestras de aproximadamente 0.1 gr del grupo de mayor diámetro y de 0.05 gr en el de menor diámetro.

Se contó el número de ovocitos en cada muestra y se calculó el total en cada grupo, considerando los cuatro conteos como repeticiones, por medio de la siguiente fórmula:

$$N_{ij} = \frac{P_i}{p_{ij}} \times n_{ij}$$

donde N_{ij} es el número total de ovocitos en el grupo i calculado con la muestra j , P_i el peso total de los ovocitos del grupo i , p_{ij} el peso de la muestra j del grupo i y n_{ij} el número de ovocitos en la muestra j del grupo i .

La fecundidad relativa se calculó dividiendo el número estimado de ovocitos en cada grupo por el peso total y peso eviscerado por hembra. Se realizaron regresiones por el método de mínimos cuadrados para examinar las relaciones entre la fecundidad individual y la longitud estándar, peso total y peso eviscerado.

Análisis de datos

Todos los análisis estadísticos de los datos se realizaron con los paquetes estadísticos ESIMSL y MINITAB que están disponibles en el Centro de Cómputo Electrónico del CICESE.

En un análisis preliminar de los datos se observó un posible acople entre los ciclos de desove de las especies y los patrones de circulación superficial del mar. Así que con el fin de explorar una posible ruta de deriva larvaria se reanalizaron los datos reportados por Gil Hernández (1982), sobre longitud estándar de larvas de peces atribuidos a 0 libertate. colectadas durante cruceros realizados en Agosto y Septiembre de 1977 en el Golfo de California. Las muestras provinieron de arrastres oblicuos con red tipo CalCOFI de 500 micras de luz de malla, un metro de diámetro en la boca y cuatro metros de largo, así como otros procedimientos estándar (velocidad de arrastre, ángulo, etc.) descritos por Smith y Richardson (1975) para colectas de ictioplancton.

Para este trabajo, los datos crudos proporcionados por Gil Hernández (1982) se agruparon en cinco regiones geográficas y se construyeron distribuciones de frecuencias de talla. Para este fin se adoptaron las mismas regiones consideradas por Gil Hernández (1982) para sus estimaciones de censos larvales. Tres regiones se ubicaron en la costa oriental del Golfo de

California (Norte de Sinaloa; Sur de Sonora y frente a Guaymas) Las otras dos regiones se ubicaron en la costa occidental (frente a Santa Rosalía y frente a La Paz, B.C.).

RESULTADOS

Definición y distribución de las especies.

En los ejemplares de Opisthonema capturados al Sur de Mazatlán durante la temporada de pesca 1984-1985, el diagrama de dispersión de longitud estándar contra el número de branquispinas ceratobranquiales mostró tres grupos de puntos bien definidos (figura 4A).

El grupo ubicado en la parte superior del diagrama se encontró entre 75 y 95 branquispinas, en el intermedio entre 50 y 70 branquispinas y el de la parte inferior en menos de 35 branquispinas. En lo sucesivo estos grupos se denominarán, para fines prácticos, como grupo uno, dos y tres respectivamente.

La comparación de estos grupos con los perfiles de branquispinas de cada especie en las tres regiones geográficas delimitadas por Berry y Barret (1963) muestran que el grupo uno se ubicó en gran parte dentro de los perfiles de O. libertate (figuras 4B, 4C y 4D); el perfil del Norte de México incluyó algunos puntos del grupo dos, en el del Sur de México un punto se ubicó encima del límite superior y en el de Perú, Panamá y Costa Rica dos puntos quedaron abajo del límite inferior. El

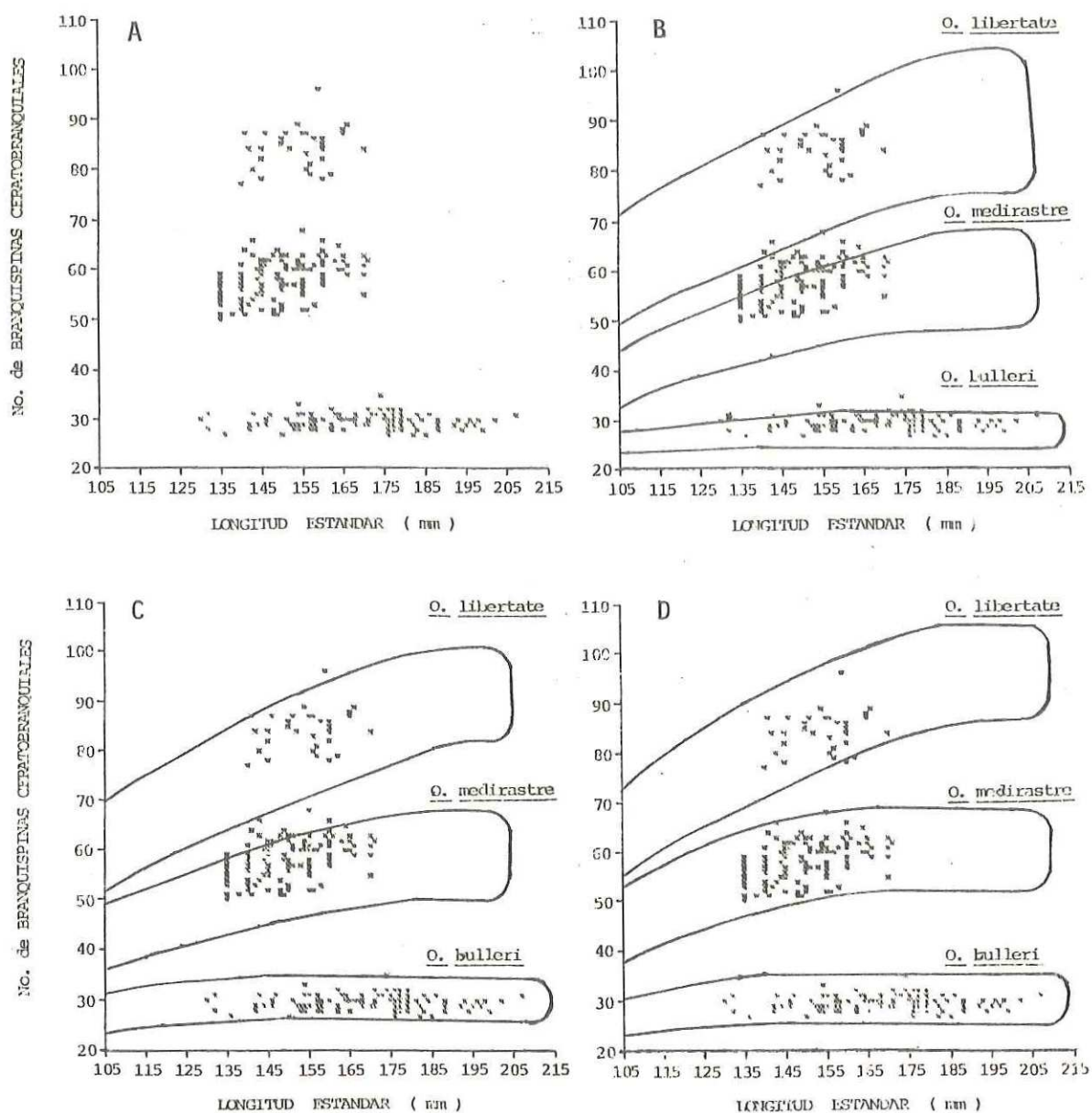


Figura 4.- Diagrama de dispersión de longitud estándar contra número de branquias ceratobranquiales de los ejemplares de *Opisthonema* capturados en la zona Sur de Mazatlán en la temporada de pesca 1984-1985 (A), y su comparación con los perfiles de las tres especies reportadas por Berry y Barret (1963) en el Norte de México (B), Sur de México (C) y la región de Perú, Panamá y Costa Rica (D).

grupo dos solo es bien delimitado por el perfil de O. medirastre de la región de Perú, Panamá y Cosa Rica (figura 4D). El grupo tres es delimitado por los perfiles de O. bulleri del Sur de México y de la región de Perú, Panamá y Cosa Rica (figuras 4C y 4D). En el perfil de esta especie para el Norte de México varios puntos de este grupo se registraron por encima del límite superior (figura 4B).

Los ejemplares de Opisthonema capturados al Sur de Mazatlán en la temporada de pesca 1985-1986 también mostraron tres grupos de puntos en el diagrama de dispersión (figura 5A). El grupo uno queda delimitado por los perfiles de O. libertate del Norte y Sur de México, con excepción de un punto (figuras 5B y 5C), mientras que en el perfil de la región de Perú, Panamá y Costa Rica varios puntos se registraron abajo del límite inferior (figura 5D). Los grupos de puntos dos y tres quedaron delimitados respectivamente por los perfiles de O. medirastre y O. bulleri de la región de Perú, Panamá y Costa Rica (figura 5D), mientras que en los perfiles de estas dos especies para las otras dos áreas geográficas, varios puntos se observaron encima de sus límites superiores.

Los ejemplares de Opisthonema capturados al Norte de Mazatlán en la temporada de pesca 1984-1985 también mostraron tres grupos de puntos (figura 6A), aunque el patrón fue diferente al encontrado en los diagramas de la zona Sur. Los

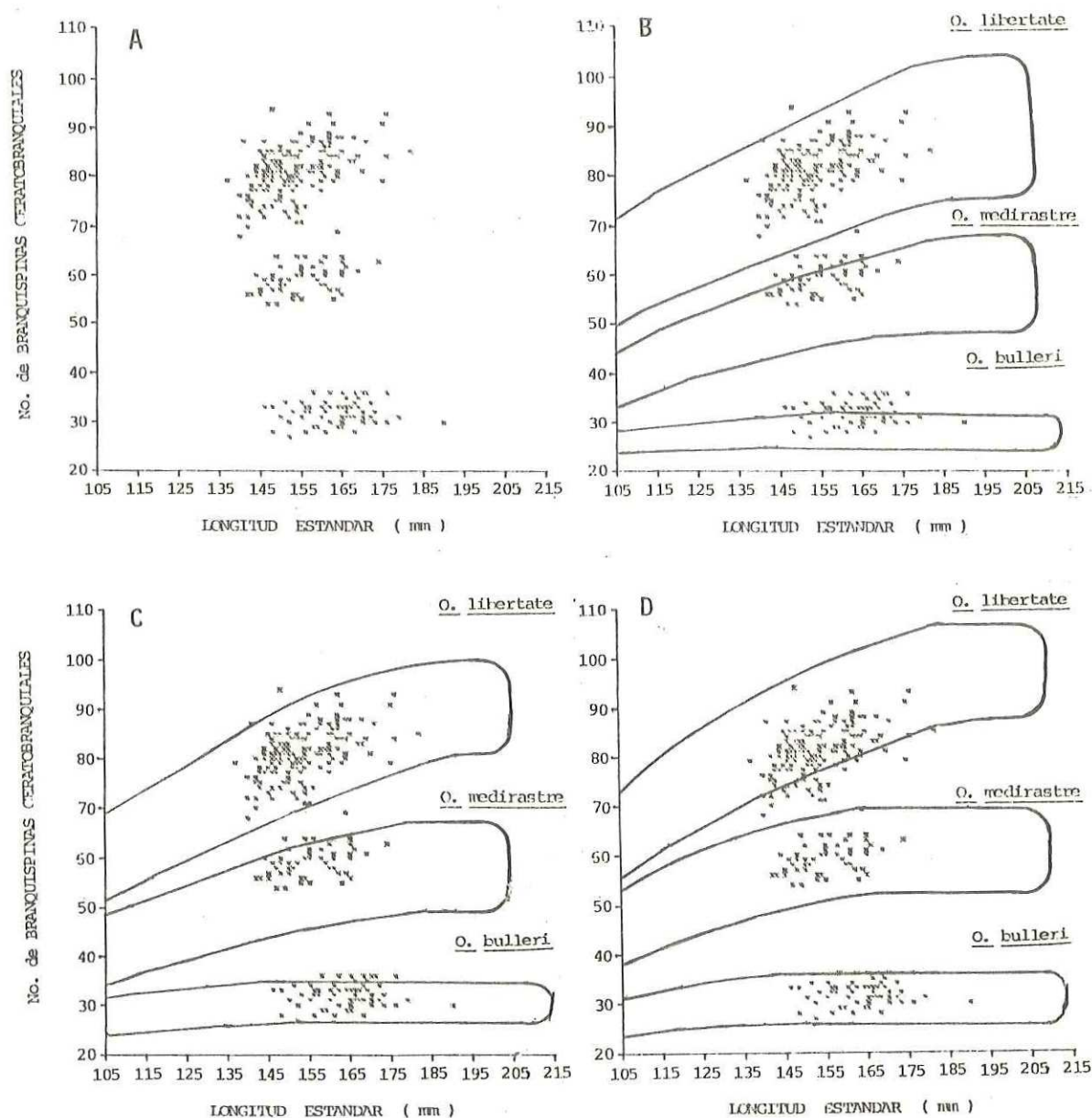


Figura 5.- Diagrama de dispersión de longitud estándar contra número de branquiaspinas ceratobranquiales de los ejemplares de *Opisthone-ma* capturados en la zona Sur de Mazatlán en la temporada de pesca 1985-1986 (A), y su comparación con los perfiles de las tres especies reportadas por Berry y Barret (1963) en el Norte de México (B), Sur de México (C) y la región de Perú, Panamá y Costa Rica (D).

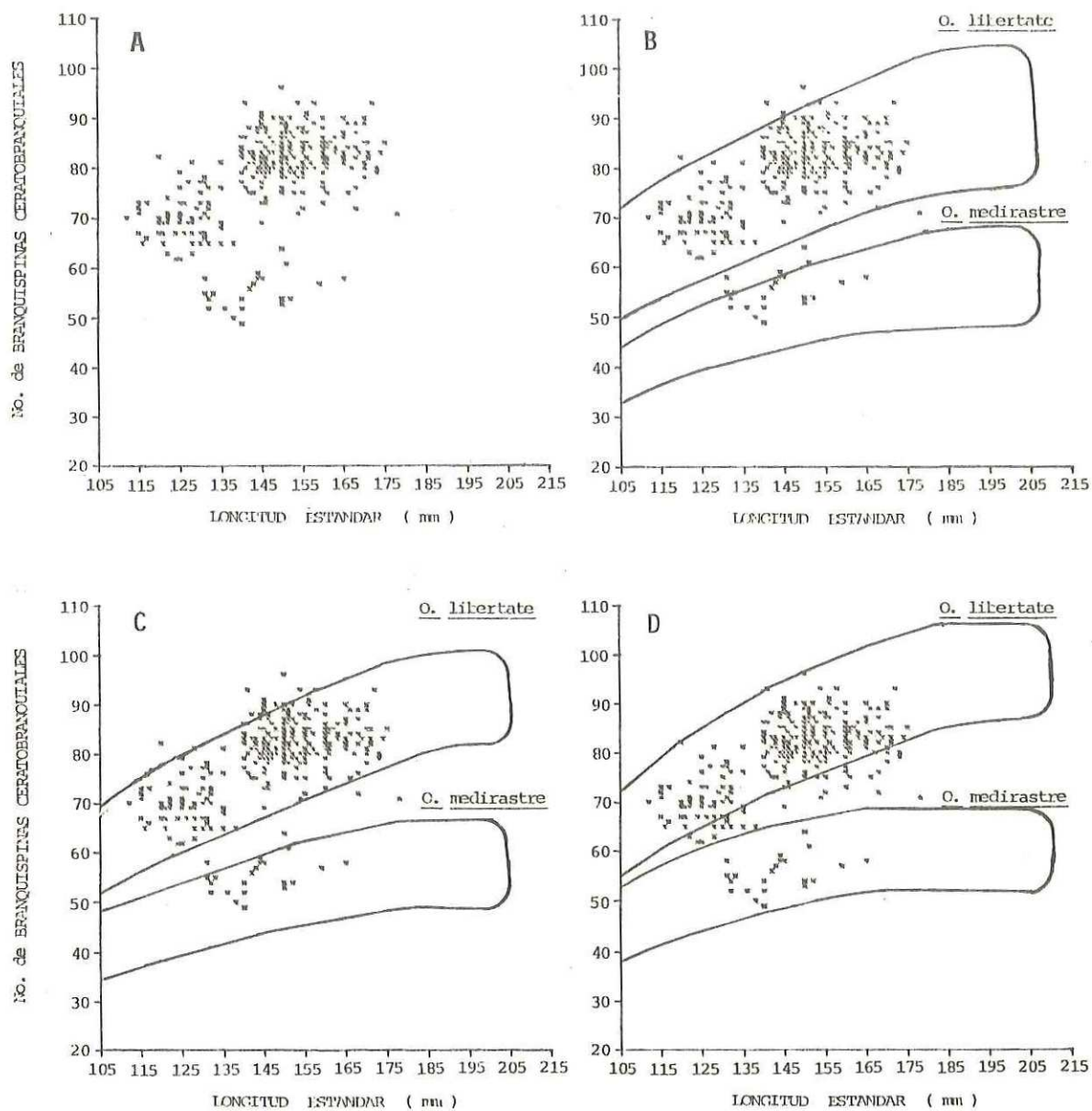


Figura 6.- Diagrama de dispersión de longitud estándar contra número de branquiaspinas ceratobranquiales de los ejemplares de *Opisthone-ma* capturados en la zona Norte de Mazatlán en la temporada de Pesca 1984-1985 (A), y su comparación con los perfiles de *O. libertate* y *O. medirastre* reportados por Berry y Barret (1963) en el Norte de México (B), Sur de México (C) y la región de Perú, Panamá y Costa Rica (D).

dos grupos de puntos ubicados mas arriba en el diagrama quedaron defasados en longitud estándar; uno se encontró entre 115 mm y 135 mm, y el otro en tallas mayores. Estos dos grupos fueron delimitados por el perfil de O. libertate del Norte de México (figura 6B), aunque cuatro puntos se encontraron fuera de sus límites. En el perfil de esta especie para el Sur de México y de la región de Perú, Panamá y Costa Rica muchos mas puntos de estos dos grupos quedaron fuera de sus límites (figura 6C y 6D). El grupo de puntos ubicado mas abajo en el diagrama solo fue bien delimitado por el perfil de O. medirastre de la región de Perú, Panamá y Costa Rica (figura 6D).

El diagrama de dispersión de longitud estandar contra número de branquiaspinas de los ejemplares de Opisthonema capturados al Norte de Mazatlán en la temporada 1985-1986 solo mostró dos grupos de puntos (figura 7A). Estos dos grupos quedaron delimitados por el perfil de O. libertate de la región Norte de México, con excepción de dos puntos (figura 7B). En el perfil de O. libertate del Sur de México cuatro puntos de estos grupos quedaron encima del límite superior (figura 7C), mientras que en el de la región de Perú, Panamá y Costa Rica 18 puntos se registraron abajo del límite inferior (figura 7D).

Independientemente de las coincidencias con los perfiles de Berry y Barret (1963), en este trabajo se consideran como O.

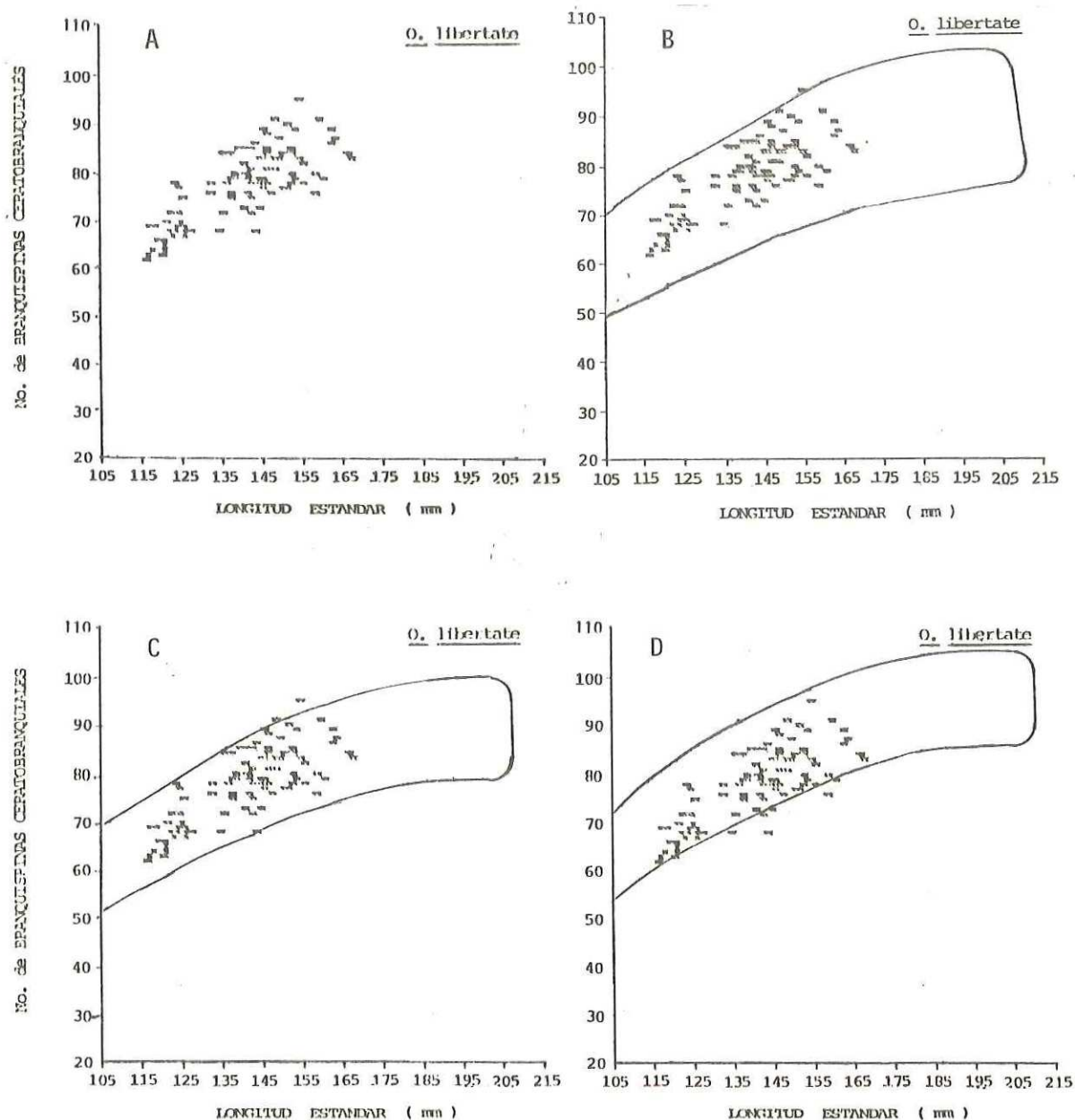


Figura 7.- Diagrama de dispersión de longitud estándar contra número de branquiaspinas ceratobranquiales de los ejemplares de *Opisthonema* capturados en la zona Norte de Mazatlán en latemporada de pesca 1985-1986 (A), y su comparación con los perfiles de *O. libertate* reportados por Berry y Barret (1963) en el Norte de México (B), Sur de México (C) y la región de Perú, Panamá y Costa Rica (D).

libertate, O. medirastre y O. bulleri a los ejemplares que respectivamente mostraron puntos en la parte superior, intermedio e inferior de los diagramas de dispersión contruidos con los ejemplares capturados en la zona Sur en ambas temporadas de pesca (figuras 8A y 8B). En el diagrama contruido con ejemplares capturados en la zona Norte en la temporada 1984-1985 se definió como O. libertate a los dos grupos ubicados en la parte superior, y como O. medirastre al otro grupo (figura 8C). Todos los ejemplares capturados en la zona Norte en la temporada 1985-1986 fueron definidos como O. libertate (figura 8D).

En la temporada de pesca 1984-1985 se observó una sucesión de la frecuencia relativa de las especies en la captura comercial (figura 9), O. medirastre dominó entre Noviembre y la primera quincena de Diciembre de 1984, O. libertate entre la segunda quincena de Diciembre y Marzo de 1985 y O. bulleri en todo el mes de Abril de 1985. En Junio y Julio de 1985 solo se obtuvo una captura cada mes, ambas compuestas exclusivamente por O. medirastre. En la temporada de pesca 1985-1986 la sucesión de las especies no se observó y durante casi toda la temporada dominó O. libertate. En Mayo de 1986 se registró una mezcla de las tres especies.

Con el fin de evaluar la importancia relativa de las especies por zona de captura se calculó un índice de frecuencia

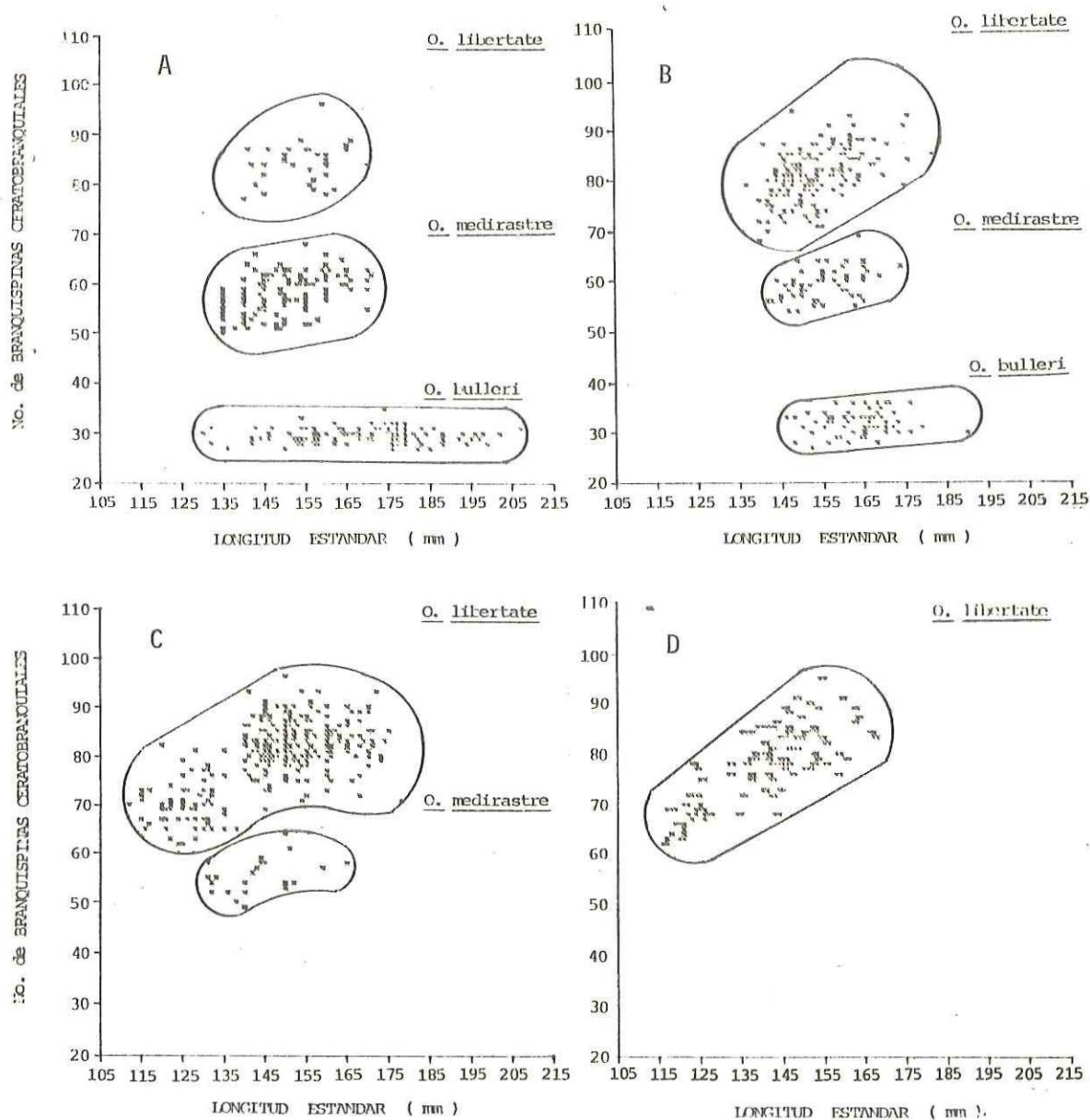


Figura 8.- Definición de perfiles de branquispinas de los ejemplares de *Opisthonema* colectados en la zona Sur (A, temporada 1984-1985; B, temporada 1985-1986) y Norte de Mazatlán (C, temporada 1984-1985; D, temporada 1985-1986).

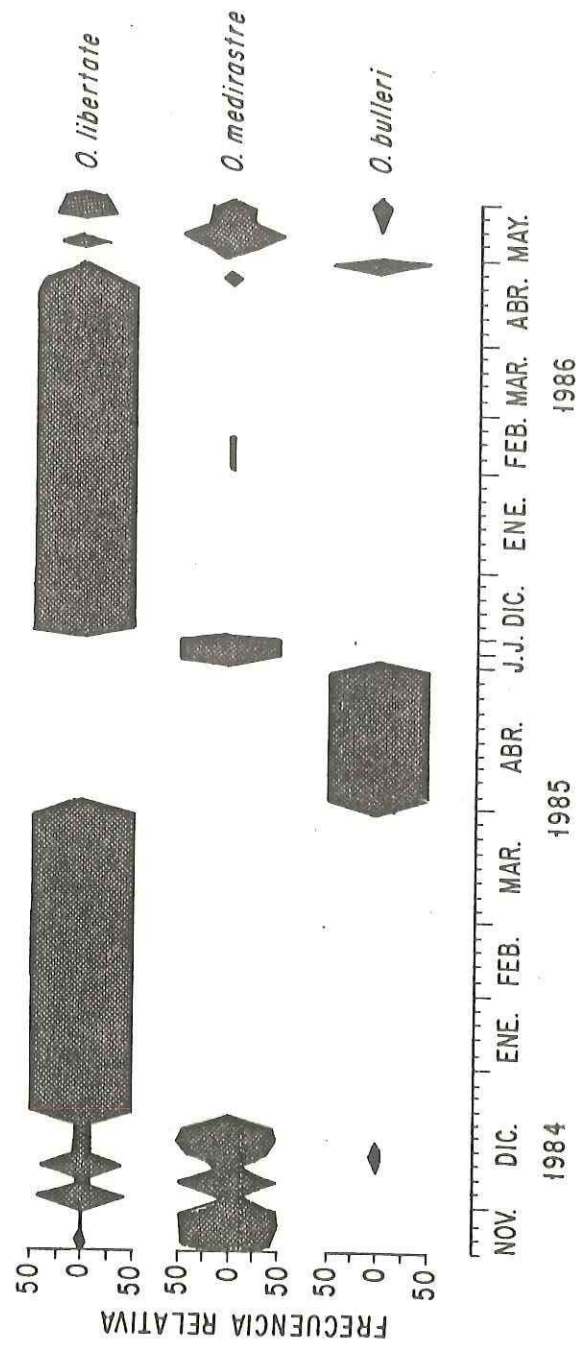


Figura 9.- Frecuencia relativa, por muestreos seriados en el tiempo, de las tres especies de *Opisthonema*, en las capturas comerciales descargadas en Mazatlán, Sinaloa, de 1984 a 1986 (Las barras mas anchas representan el 100%).

relativa ponderado. Esto se hizo para cada especie promediando su frecuencia relativa por muestreo en una zona de captura y multiplicando por la proporción del total de muestreos realizados en tal área. Este índice muestra que O. medirastre y O. bulleri siempre aparecieron en capturas hechas en la zona Sur, con excepción de una captura compuesta por O. medirastre que provenía de la zona Norte en Noviembre de 1984, pero su mayor frecuencia relativa en el mes se observó en la zona Sur (Figura 10).

Con la anterior excepción, O. libertate fue la única que se capturó en la zona norte mientras que en la zona sur apareció mezclada con O. medirastre en Noviembre de 1984, fue la única de Diciembre de 1985 a Febrero de 1986 y apareció mezclada con las otras dos especies en Abril y Mayo de 1986.

Estructura poblacional de tallas y pesos

Las distribuciones de frecuencias de longitud estándar de los ejemplares de O. libertate capturados en la zona Norte mostraron una moda en ejemplares menores de 135 mm en todos los meses de muestreo mientras que en la zona Sur no se registraron estas tallas (figura 11). Los rangos de tallas de ambos sexos casi fueron los mismos (135 mm a 190 mm en la zona Sur y de 105 a 205 en la zona Norte) pero las tallas modales en las hembras

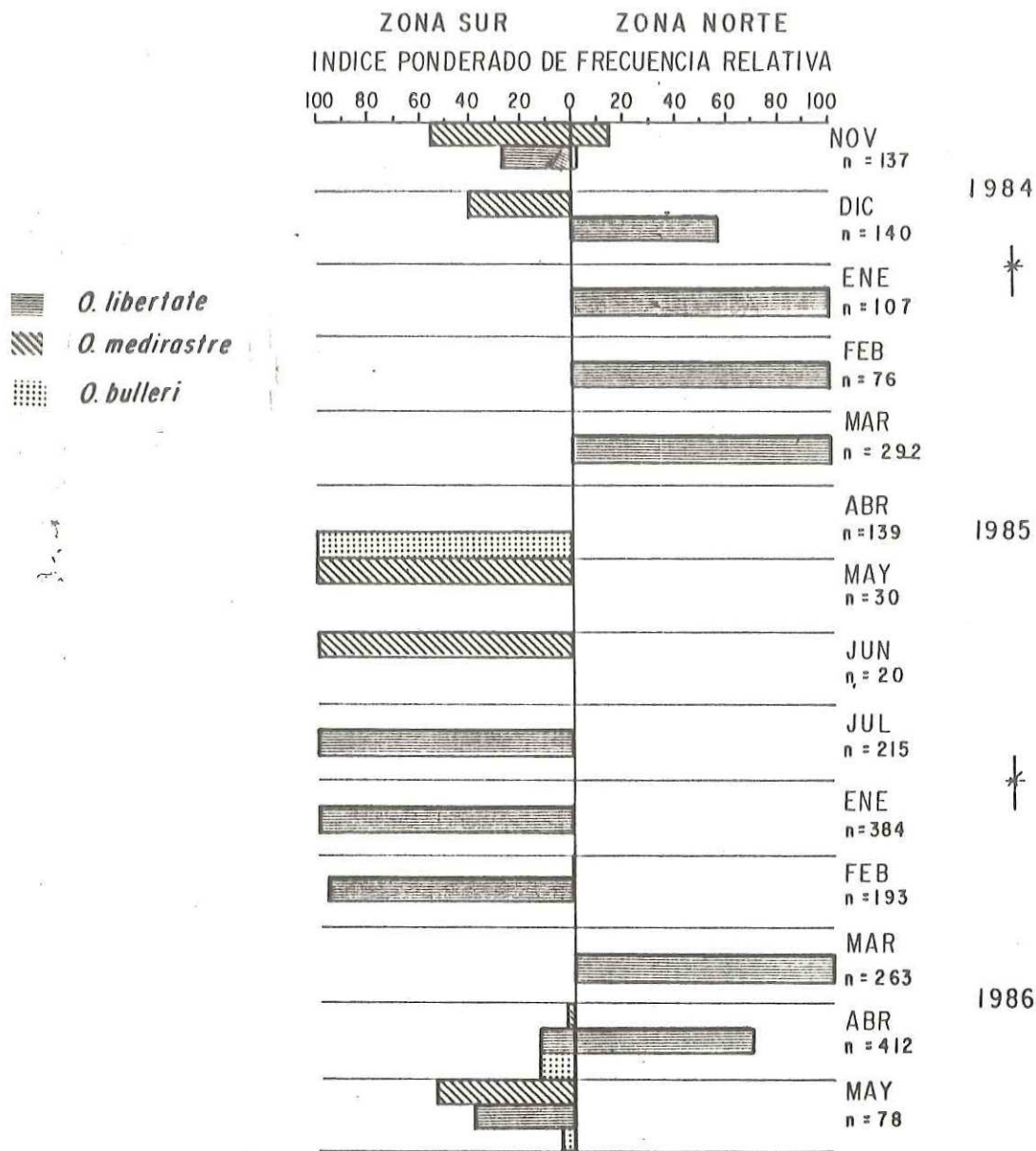


Figura 10.- Distribución por zonas del índice ponderado de frecuencia relativa de las tres especies de Opisthonema de la costa Sur del estado de Sinaloa.

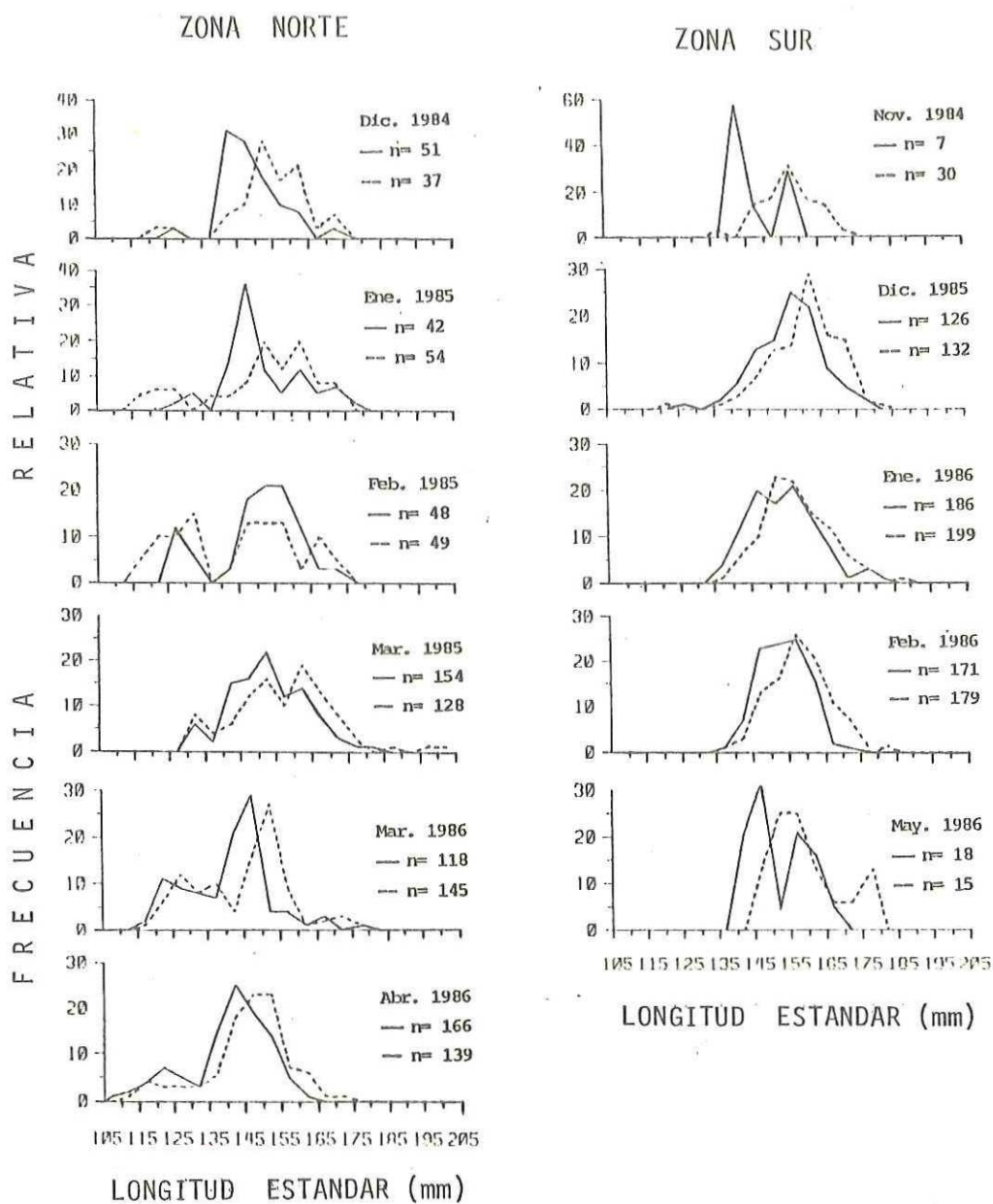


Figura 11.- Distribución mensual de frecuencias de tallas de machos (—) y hembras (---) de *Opisthonema libertate* capturada en el Sur del estado de Sinaloa, de 1984 a 1986.

en general fueron mas grandes que en los machos. El análisis de varianza no paramétrico de dos factores de Wilson mostró que tales diferencias fueron significativas, asi como entre los meses de muestreo en ambas zonas (Tabla 11).

Para comparar las estructuras de tallas de cada sexo entre las dos temporadas de pesca, se realizaron pruebas no paramétricas de comparación de rangos de Mann Withney. En la zona Sur la estructura por tallas en las hembras muestreadas en la temporada de pesca 1984-1985 (solo se tienen datos de Noviembre de 1984) no diferió de las muestradas en la temporada 1985-1986 ($P = 0.47$), pero en lo machos si fue diferente ($P < 0.001$). En la zona Norte la estructura por tallas de todas las hembras muestreadas en la temporada 1984-1985 diferieron significativamente ($P < 0.001$) de las muestreadas en la temporada 1985-1986. Lo mismo también fue válido para la estructura por tallas en los machos. En ambos sexos las tallas mas grandes se registraron en la primer temporada.

En la segunda temporada de pesca se observó que la estructura por tallas en los machos y hembras eran diferentes entre un muestreo y otro en cada mes. Esto se ejemplifica con los muestreos de Enero de 1986 (figura 12). El análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis mostró diferencias significativas entre los muestreos ($P < 0.001$). Los dos primeros muestreos fueron de la misma captura, tomados en

Tabla II. - Análisis de varianza no paramétrico de dos factores (Wilson, 1956) de la longitud estándar de O. libertate, por meses, sexo y zonas de captura.

	Z O N A	S. U R	
Fuente de variación	g.d.l.	Valor Ji2	Probabilidad
Meses	4	20.648	0.0004 ***
Sexo	1	19.842	0.0000 ***
Meses x Sexo	4	1.068	0.8992 NS

	Z O N A	N O R T E	
Fuente de variación	g.d.l.	Valor Ji2	Probabilidad
Meses	5	46.064	0.0000 ***
Sexo	1	11.034	0.0009 ***
Meses x Sexo	5	3.255	0.6607 NS

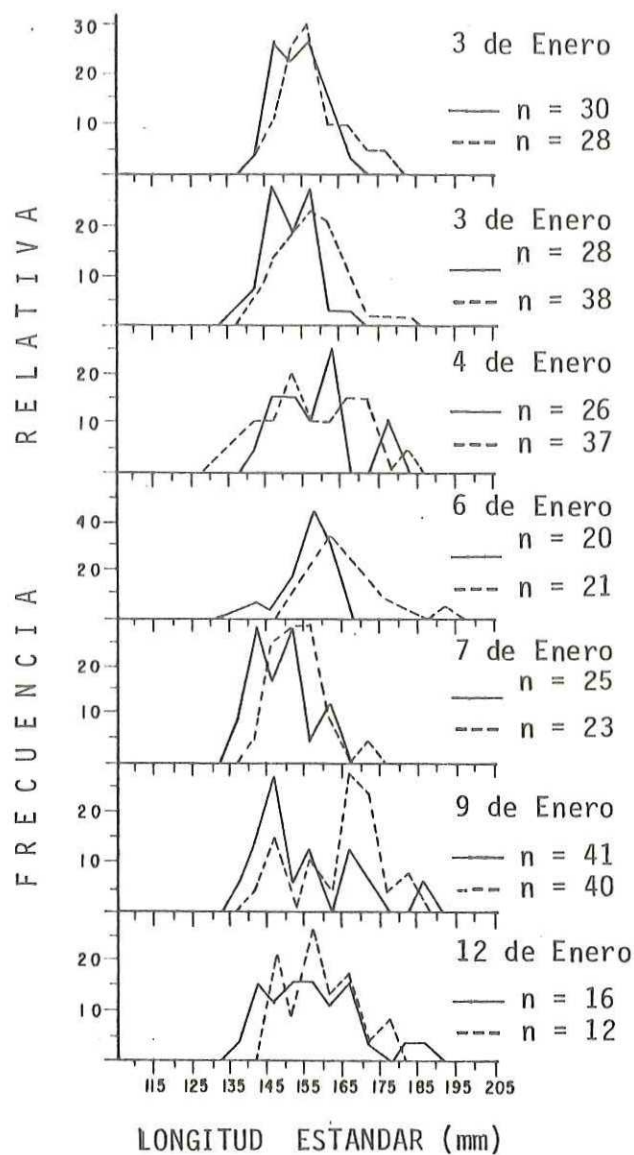


Figura 12.- Distribución de frecuencias relativas de longitud estándar de machos (—) y hembras (---) de G. libertate en los muestreos de Enero de 1986, efectuados en cuatro localidades de la zona Sur.

diferentes lugares de la bodega del barco y no fueron diferentes significativamente según la prueba de Mann Withney ($P > 0.05$).

Los juveniles de O. libertate solo aparecieron en la zona Norte y mostraron una moda en el intervalo de 120 mm a 125 mm de longitud estandar (figura 13).

El análisis de los datos reportados por Gil Hernández (1982) sobre longitud estándar de larvas atribuidas a O. liberate y que fueron colectadas en el Golfo de California en Agosto y Septiembre de 1977 mostró que en general las larvas de 3.75 mm fueron dominantes en la costa oriental mientras que en la costa occidental no se registró esta talla y dominó la de 6.75 mm (figura 14). En la región enfrente de Guaymas la moda mas importante en Agosto se registró en la talla de 3.75 mm (30% de frecuencia relativa), pero también se observaron modas en las tallas de 5.75 mm (20%) y 7.75 mm (18%). En septiembre la mayor abundancia (82%) se registró en el intervalo de 4.75mm a 8.75 mm. En las otras regiones de la costa oriental localizadas al Sur de Guaymas la frecuencia relativa de las larvas de 3.75 mm fue mayor de 50% en ambos meses.

Las diferencias en las tallas de las larvas entre las dos costas fueron consistentes a pesar de que en el mismo día se colectaron larvas en ambos lados. En el cuarto y quinto día

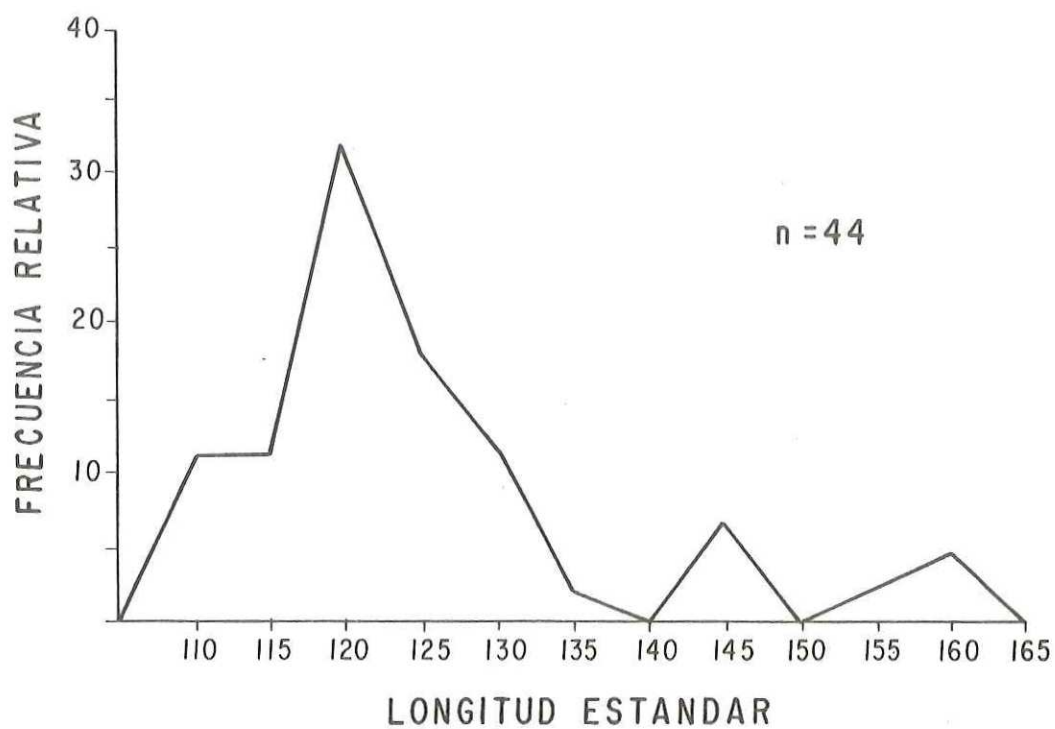


Figura 13.- Distribución de frecuencias relativas de longitud estándar de los juveniles de *Q. libertate* capturados en la zona Norte de Mazatlán en las temporadas 1984-1985 y 1985-1986.

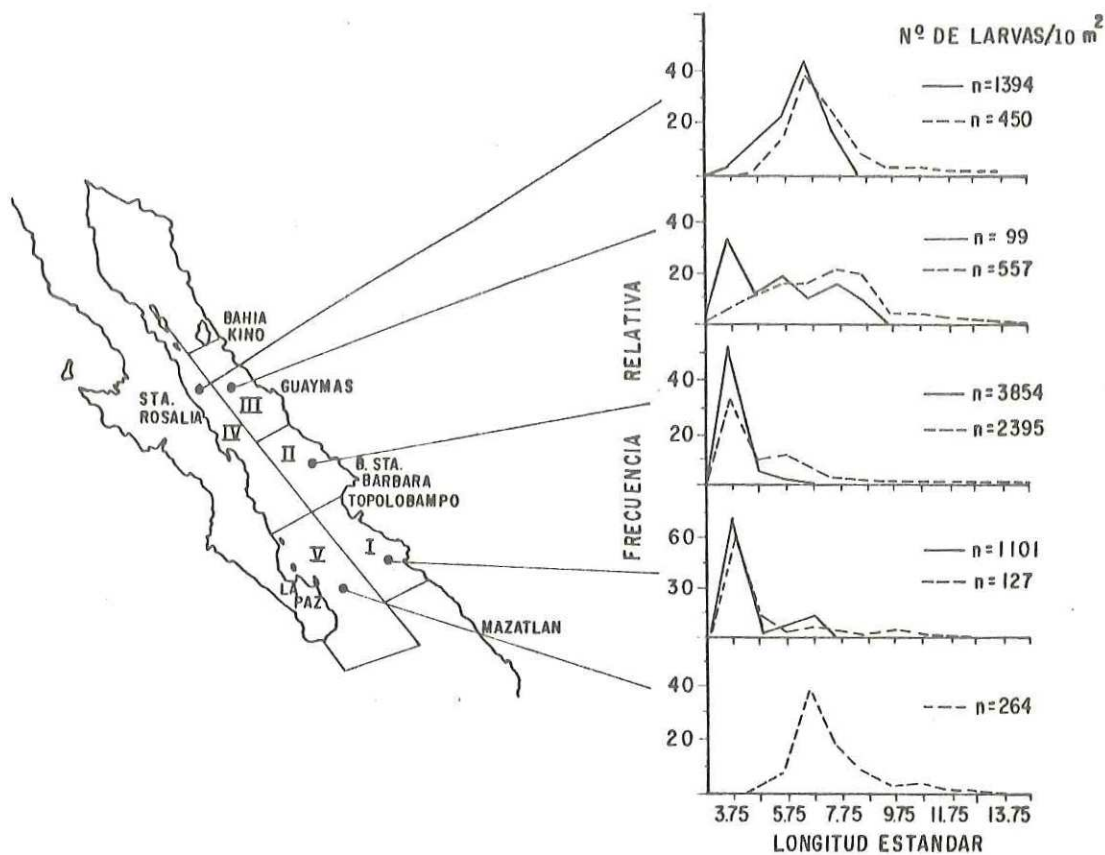


Figura 14.- Distribución espacial de frecuencias relativas de longitud estándar de larvas de *O. libertate* capturadas en el Golfo de California en Agosto (—) y Septiembre (---) de 1977. (Con base a datos proporcionados por Gil Hernández, 1982).

del crucero de Agosto se colectaron larvas en la costa occidental y en la costa sur de Sonora (figura 15A), y la diferencia entre tallas modales fue de 3 mm (figura 14). En septiembre se colectaron larvas enfrente de Santa Rosalía y en la costa Sur de Sonora del segundo al cuarto día del crucero (figura 15B) y en la costa Sur de Sonora se colectaron en el cuarto, quinto y séptimo día, y aún así las larvas mas grandes se registraron en la costa occidental. Un patrón similar se observa entre las regiones del Norte de Sinaloa y enfrente de la Paz (figuras 14 y 15B). Los patrones fueron similares en ambos cruceros, independientemente de la secuencia del muestreo (figura 15A y 15B).

El peso total de O. libertate (solo se registró en 1985-1986) varió entre 25 gr y 125 gr (figura 16). La distribución de frecuencias de peso total mostró un patrón similar al de las tallas; en la zona Norte se observó una moda en ejemplares menores de 50 gr, que no se presentó en la zona Sur. En ambas zonas se observó dimorfismo sexual en la estructura de pesos siendo las hembras significativamente ($P < 0.01$) de mayor peso que los machos (prueba de Mann-Whitney).

La longitud estandar de O. medirastre varió entre 130 mm y 180 mm (figura 17). En las gráficas de distribución de frecuencias de tallas se observaron diferencias entre sexos en mayo de 1986 en la zona Sur y en Noviembre de 1984 en la zona

A G O S T O

S E P T I E M B R E

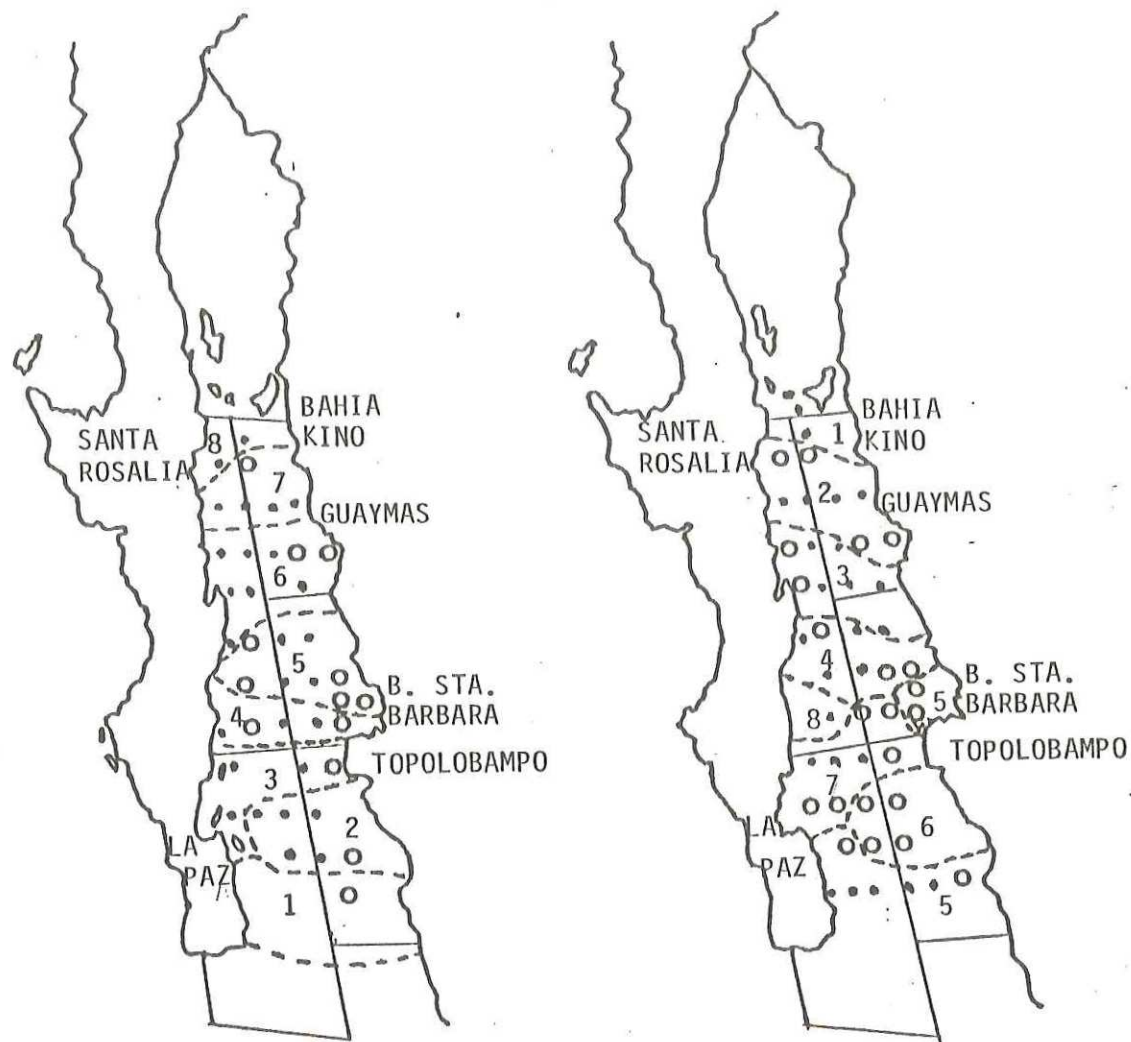


Figura 15.- Estaciones positivas con larvas de *Opisthonema* (o) y estaciones muestreadas (•) durante los cruceros de Agosto y Septiembre de 1977 en el Golfo de California. Los números indican el día del crucero cuando se muestrearon las estaciones delimitadas por las líneas discontinuas.

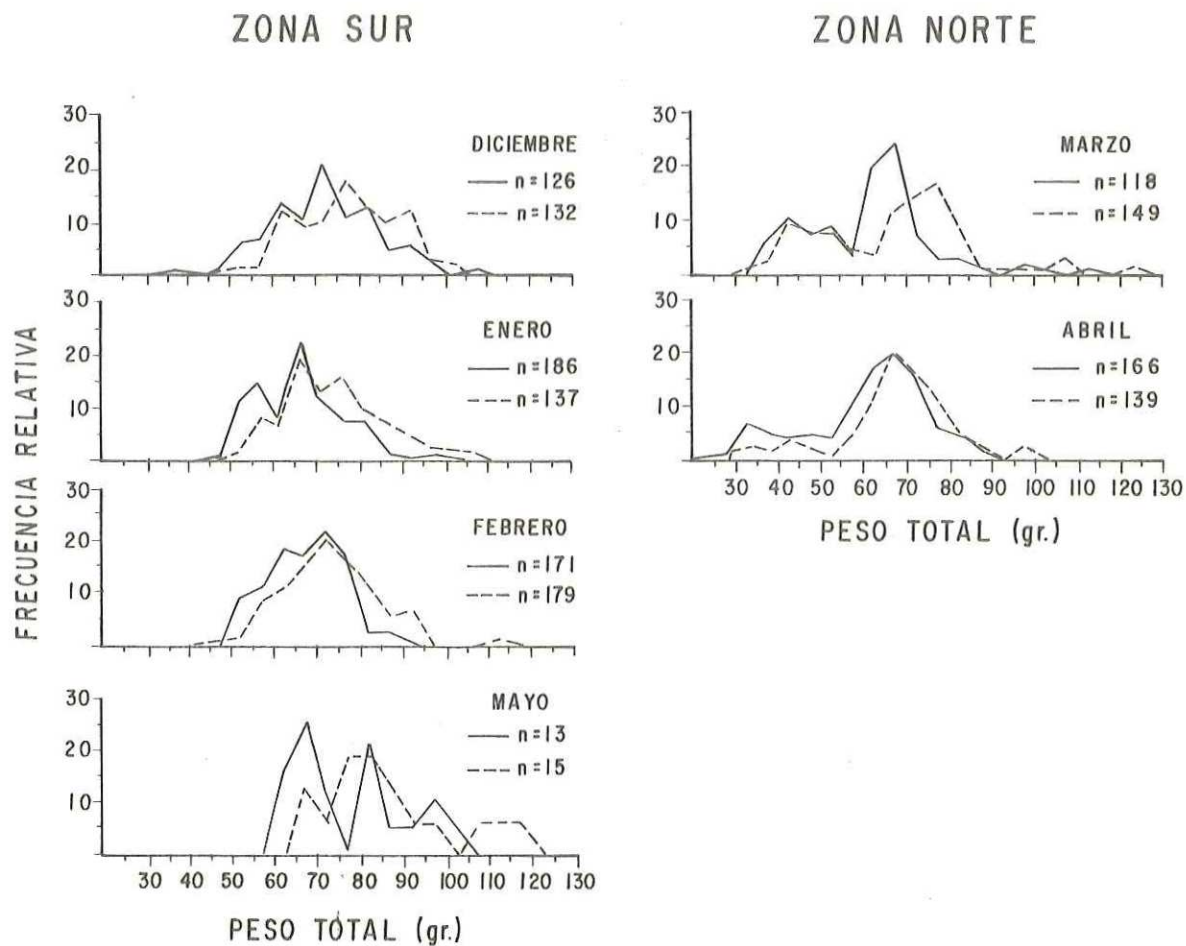


Figura 16.- Distribución de frecuencias relativas de peso total de machos (—) y hembras (---) de *O. libertate* capturada en la zona Norte y Sur de Mazatlán, Sinaloa, en la temporada de pesca 1985-1986.

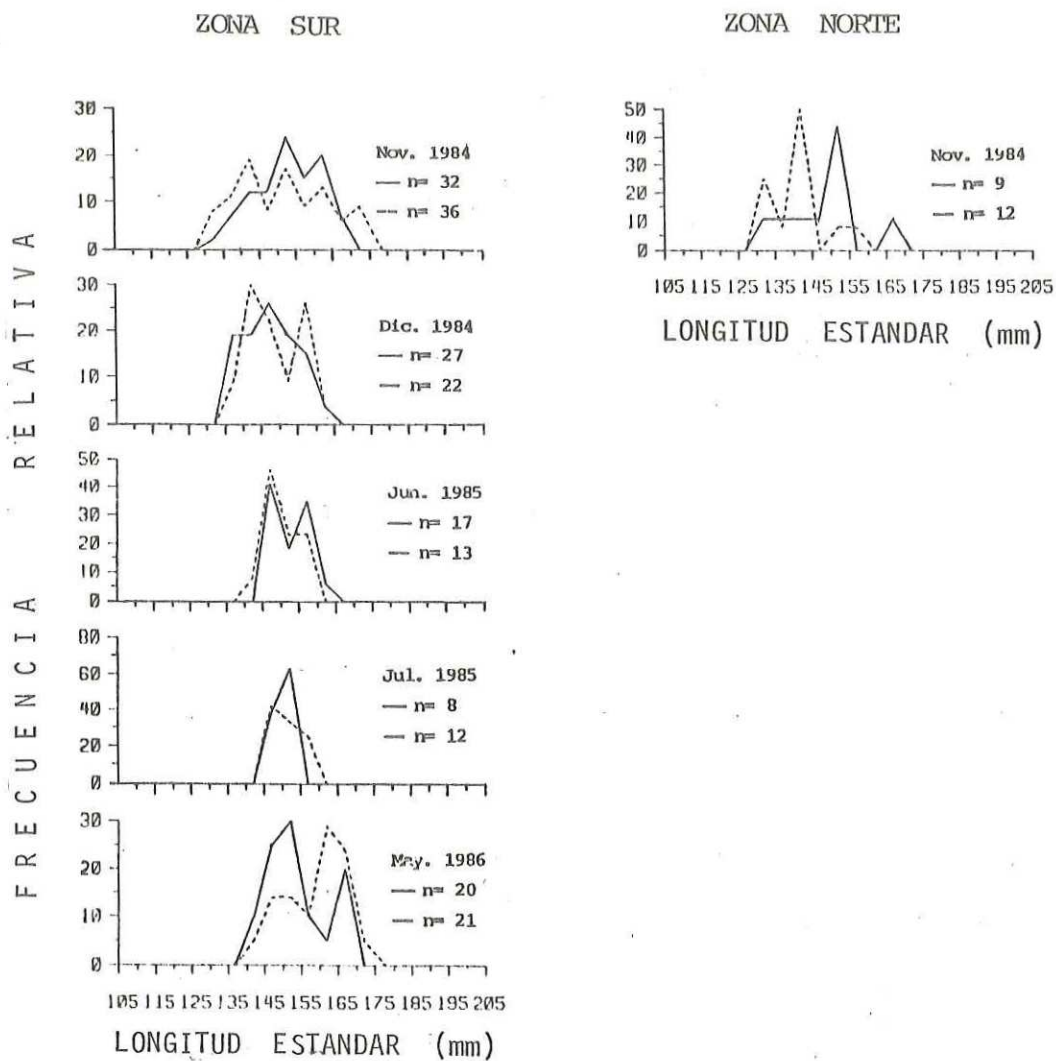


Figura 17.- Distribución mensual de frecuencias de tallas de machos (—) y hembras (---) de O. medirastre, por zonas de captura en el Sur del estado de Sinaloa, de 1984 a 1986.

Norte. Sin embargo de acuerdo con el análisis de varianza de dos factores de Wilson (1956) globalmente no se detectaron diferencias entre sexos ($P = 0.41$) aunque si entre meses ($0.001 < P < 0.01$) (Tabla III).

La talla de los ejemplares muestreados en la temporada de pesca 1984-1985 fue significativamente mayor ($P < 0.01$) que la talla de los ejemplares muestreados en la temporada 1985-1986 (Prueba de Mann-Whitney).

El peso total de O. medirastre solo se registró en Mayo de 1986 y varió entre 55 gr y 95 gr (figura 18). La prueba de Mann-Whitney no detectó diferencias significativas en el peso total entre sexos ($P = 0.15$).

O. bulleri solo fue capturada en la zona sur y su longitud estandar varió entre 185 mm y 200 mm (figura 19). El análisis de varianza de dos factores de Wilson no detectó diferencias significativas entre sexos ($P = 0.32$) pero si entre las dos temporadas ($P < 0.001$) (Tabla IV), siendo mayores en 1985.

El peso total de O. bulleri solo se registró en Abril de 1986 y varió entre 65 gr y 105 gr (figura 20). No se detectaron diferencias significativas en el peso total entre sexos ($P = 0.36$).

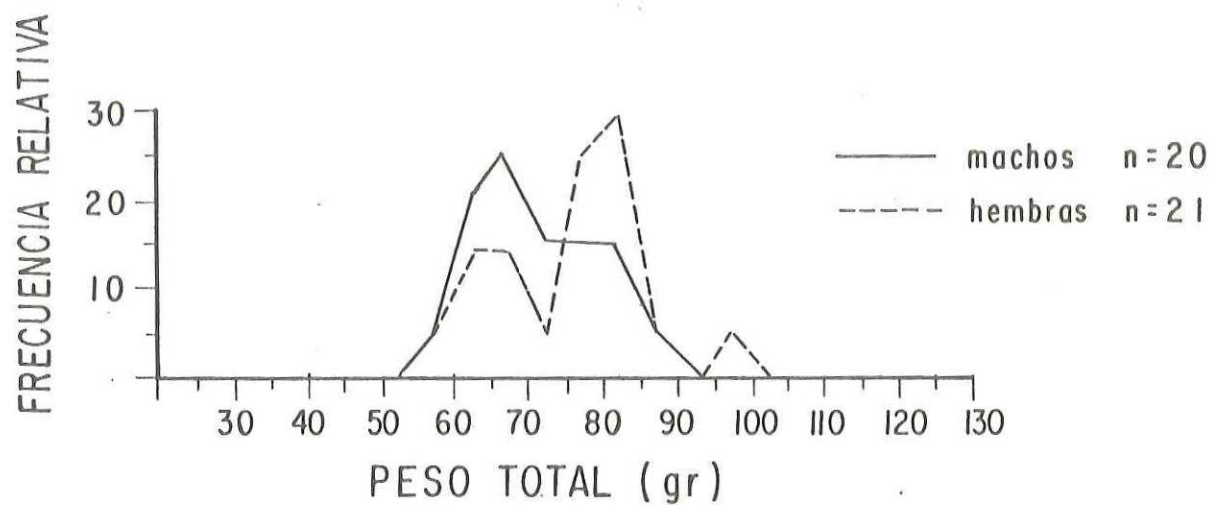


Figura 18.- Distribución de frecuencias relativas de peso total de machos (—) y hembras (---) de O. medirastre capturada en la zona Sur de Mazatlán, en Mayo de 1986.

Tabla III.-Análisis de varianza no paramétrico de dos factores
(Wilson, 1956) de la longitud estándar de
O. medirastre, por meses y sexo.

Fuente de variación	g.d.l	Valor Ji2	Probabilidad
Meses	5	16.291	0.0061 **
Sexo	1	0.680	0.4095 NS
Meses x Sexo	5	5.200	0.3920 NS

Tabla IV. - Análisis de varianza no paramétrico de dos factores (Wilson, 1956) de la longitud estándar de *O. bulleri*, por meses y sexo.

Fuente de variación	g.d.l.	Valor Ji^2	Probabilidad
Meses	1	13.575	0.0002 ***
Sexo	1	0.985	0.3208 NS
Meses x Sexo	1	0.057	0.8099 NS

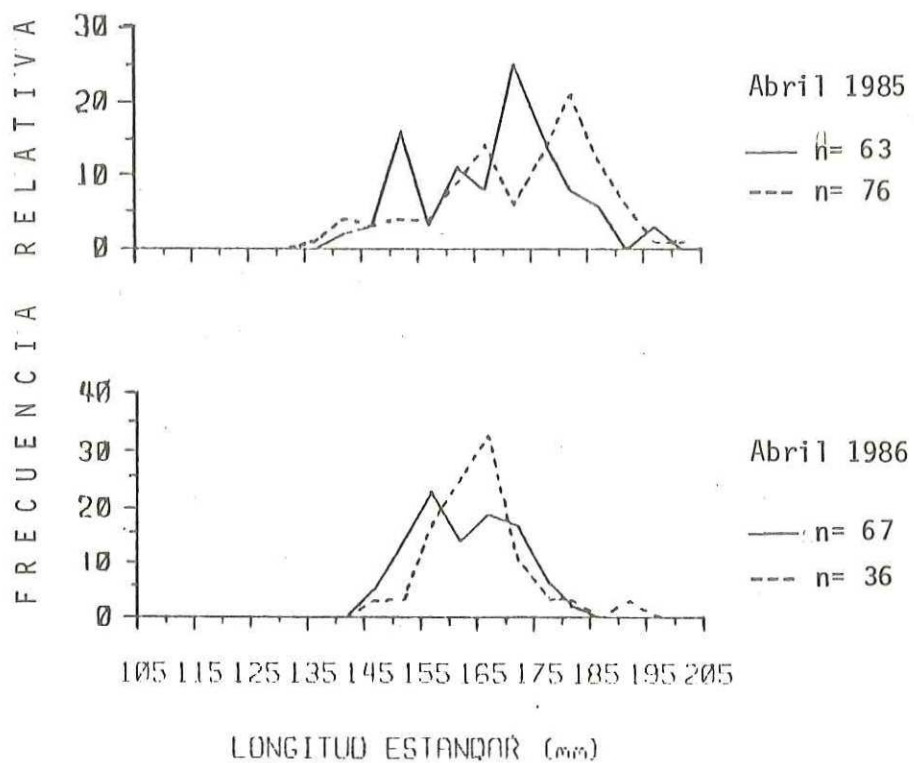


Figura 19.- Distribución mensual de frecuencias de tallas de machos (—) y hembras (---) de O. bulleri capturada en la costa Sur del estado de Sinaloa, en 1985 y 1986.

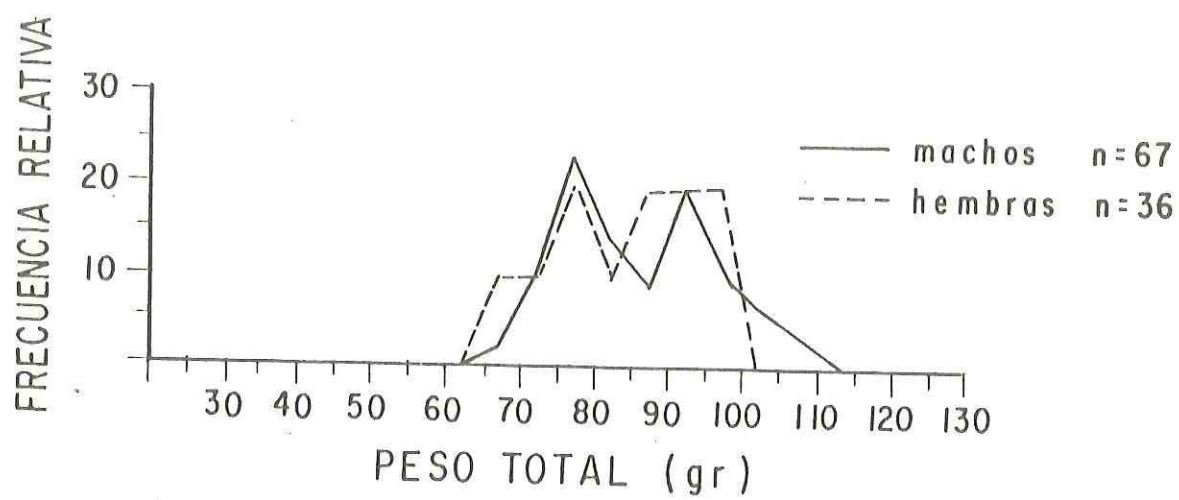


Figura 20.- Distribución de frecuencias relativas de peso total de machos (—) y hembras (---) de O. bulleri capturada en la zona Sur de Mazatlán, Sinaloa, en Abril de 1986.

Las medias mensuales de longitud estandar de O. bulleri fueron siempre mas grandes que en las otras especies (Tabla V) y variaron entre 162 mm y 169 mm en machos y de 165 mm a 170 mm en hembras. En O. medirastre las medias variaron entre 146 mm y 154 mm en machos y de 141 mm a 158 mm en hembras, mientras que en O. libertate variaron entre 140 mm a 156 mm en machos y de 144 mm a 160 mm en hembras.

Con el fin de comparar globalmente a las tres especies se juntaron todos los datos de longitud estándar de O. libertate de las dos temporadas de pesca y solo se separaron por áreas y por sexos; en las otras dos especies se unieron los datos de ambos sexos porque no se detectaron diferencias entre ellos. El único muestreo de O. medirastre en la zona Norte se incluyó en el total de esta especie por ser muy pocos datos. A estos grupos de datos se les aplicó una prueba de comparaciones múltiples por el método de Student Newman Keuls. Todos los grupos fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) excepto entre las hembras de O. libertate de la zona Norte y O. medirastre. El mismo análisis sobre los grupos, excluyendo los ejemplares menores de 135 mm (los cuales forman un grupo modal solo en O. libertate), mostró diferencias significativas entre todos los grupos.

Tabla V.- Longitud estándar media mensual y desviación estándar de O. libertate, O. medirastre y O. bulleri, por año y zona de captura. (En paréntesis el tamaño de la muestra).

		O. libertate		O. medirastre		O. bulleri	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀
ZONA SUR	1984						
	Nov.	146.14 ± 6.67 (7)	155.59 ± 7.78 (30)	151.05 ± 9.0 (32)	150.30 ± 11.8 (36)		
	Dic.			146.15 ± 7.52 (27)	147.74 ± 7.78 (22)		
	Abr.					168.9 ± 12.2 (63)	170.10 ± 13.8 (6)
	Jun.			152.18 ± 3.62 (17)	150.23 ± 5.05 (13)		
	1985						
	Jul.			150.50 ± 2.45 (8)	151.17 ± 3.30 (12)		
	Dic.	156.53 ± 8.84 (126)	160.61 ± 9.17 (132)				
	Ene.	155.02 ± 7.76 (186)	159.27 ± 9.58 (199)				
	1986						
	Feb.	153.36 ± 6.75 (171)	157.59 ± 8.13 (179)				
	Abr.					162.22 ± 8.58 (67)	165.55 ± 9.2 (36)
	May.	151.89 ± 8.29 (18)	158.81 ± 8.83 (15)	153.90 ± 7.5 (20)	157.90 ± 8.42 (21)		
ZONA NORTE	1984						
	Nov.			146.67 ± 10.1 (9)	141.43 ± 7.88 (12)		
	Dic.	147.36 ± 7.92 (51)	152.69 ± 11.1 (37)				
	Ene.	150.24 ± 11.4 (42)	150.18 ± 15.2 (54)				
	1985						
	Feb.	148.82 ± 11.5 (48)	144.46 ± 16.2 (49)				
	Mar.	152.07 ± 10.4 (154)	155.83 ± 13.6 (128)				
	Mar.	140.41 ± 11.7 (118)	143.99 ± 12.9 (145)				
	1986						
	Abr.	140.18 ± 11.4	145.36 ± 11.4				

Proporción de sexos

Para cada especie se practicaron pruebas de Ji2 para comprobar si la proporción de sexos fue constante entre los muestreos de cada mes y si en el total mensual la proporción no difería de 1:1.

En O. libertate la proporción de sexos no fue constante entre los muestreos del mes de Febrero de 1984, ni en los de Febrero y Abril de 1986 ($0.01 < P < 0.05$) (Tabla VI). Sin embargo en el total mensual la proporción no fue diferente de 1:1 excepto en Noviembre de 1984 ($P < 0.01$). En este mes solo se realizaron dos muestreos y en ambos se observó que dominaban las hembras. En O. medirastre la proporción de sexos fue constante entre los muestreos de cada mes y en el total mensual la proporción siempre fue de 1:1. En O. bulleri se observaron proporciones de sexos muy variables entre los muestreos de Abril de 1985, sin embargo en el total mensual se aceptó la hipótesis de proporción 1:1. En el único muestreo en el que apareció esta especie, en Abril de 1986, la proporción de sexos fue significativamente diferente de la esperada 1:1, con una dominancia de machos.

Madurez gonádica

Los ejemplares de O. libertate mostraron un ciclo de

Tabla VI.- Número de machos y hembras de O. Libertate, O. medirastre y O. bulleri colectados de 1984 a 1986 (los machos son enlistados primero) con valores de Ji2 suponiendo que la proporción de sexos es constante entre los muestreos de cada mes (a), y proporción de sexos 1:1 en el total mensual (b).

No. de muestreo	O. Libertate												O. medirastre												O. bulleri											
	1984				1985				1986				1984				1985				1986				1985				1986							
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Nov.	Dic.	Jun.	Jul.	Feb.	Abr.	May.	Abr.	May.	Abr.	May.	Abr.	May.	Abr.	May.	Abr.	May.								
1	4:17*	11:15	9:7	5:12	10:6	21:25	30:28	20:50	14:19	38:41	9:3	9:12	9:7	17:13	8:12	1:4	0:4	10:9	6:9	6:12	4:3*	10:5	10:4	7:9	4:12	6:8	6:14	8:5	5:0							
2	5:13*	14:16	7:16	14:5	8:8	20:28	28:38	41:23	14:10	35:33	5:6*	10:11	9:10																							
3		10:6	11:10	4:10	5:11	32:22	26:37	30:23	12:21	41:17	4:6	13:11	9:5																							
4		16:10	7:7	10:12	15:6	32:23	20:21	12:12	34:33	32:23		9:14																								
5			8:14	15:10	16:8	21:34	25:23	29:25	26:31	20:25																										
6					8:7		41:40	30:45	18:31																											
7					18:7		16:12	9:21																												
8					5:10																															
9					11:13																															
10					13:11																															
11					10:10																															
12					8:7																															
13					9:9																															
14					8:5																															
15					10:10																															
Total	7:50	51:37	42:54	48:49	154:128	126:132	186:199	171:179	118:145	166:139	18:15	41:48	27:22	17:13	8:12	1:4	0:4	20:21	63:76	67:36	5:0	5:0	5:0	5:0	5:0	5:0	5:0	5:0								
Valor de Ji2 (a)	---	2.61	4.02	10.89*	15.17	7.94	3.76	15.91*	5.06	9.82*	3.18	0.97	0.95	---	---	---	---	0.21	16.81*	---	---	---	---	---	---	---	---	---								
Grados de libertad	---	3	4	4	14	4	6	6	5	4	1	3	2	---	---	---	---	1	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---								
Valor de Ji2 (b)	14.29***	2.22	1.5	0.01	2.39	0.14	0.44	0.18	2.77	2.39	0.27	0.55	0.51	0.53	0.8	---	---	0.31	1.21	9.53**	---	---	---	---	---	---	---									
Grados de libertad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									

+ muestreos que se unieron al más próximo porque la frecuencia esperada en alguno de los sexos fue menor de 5

- no se realizaron pruebas por ser pocos datos

* significativo al 0.05

*** significativo al 0.001

madurez gonádica mas o menos definido, con un período muy prolongado en la fase de desarrollo (estadio 2) de Noviembre a Marzo, y un periodo corto de rápida maduración en los meses de Abril y Mayo, encontrándose en estos meses un alto porcentaje de ejemplares en las fases de maduración y predesove (figura 21).

El índice gonosomático mostró claramente lo anterior en la temporada de pesca 1985-1986 (figura 22). De Diciembre de 1985 a Marzo de 1986 los índices fueron inferiores a 1.0. En Abril se observó que los índices promedio por muestreo eran muy variables. El análisis de varianza de una vía de datos transformados logarítmicamente mostró que esta variación fue significativa ($P < 0.001$; el análisis de comparaciones múltiples por el método de Student Newman Keuls agrupó sin significancia a los índices de los muestreos de la primer semana con un valor promedio de 0.78, y fueron significativamente ($P = 0.01$) diferentes del índice promedio (2.64) del muestro del día 15. En Mayo llegó a un Máximo de 4.23. Desafortunadamente el ciclo no pudo ser cubierto totalmente porque entre Mayo y Junio los cardúmenes de Opisthonema empiezan a escasear y la flota pesquera desvía sus esfuerzos a la captura de sardina bocona (Cetaengraulis mysticetus).

La escasez de O. medirastre en toda la temporada de pesca hizo difícil precisar su ciclo de madurez gonádica. Sin

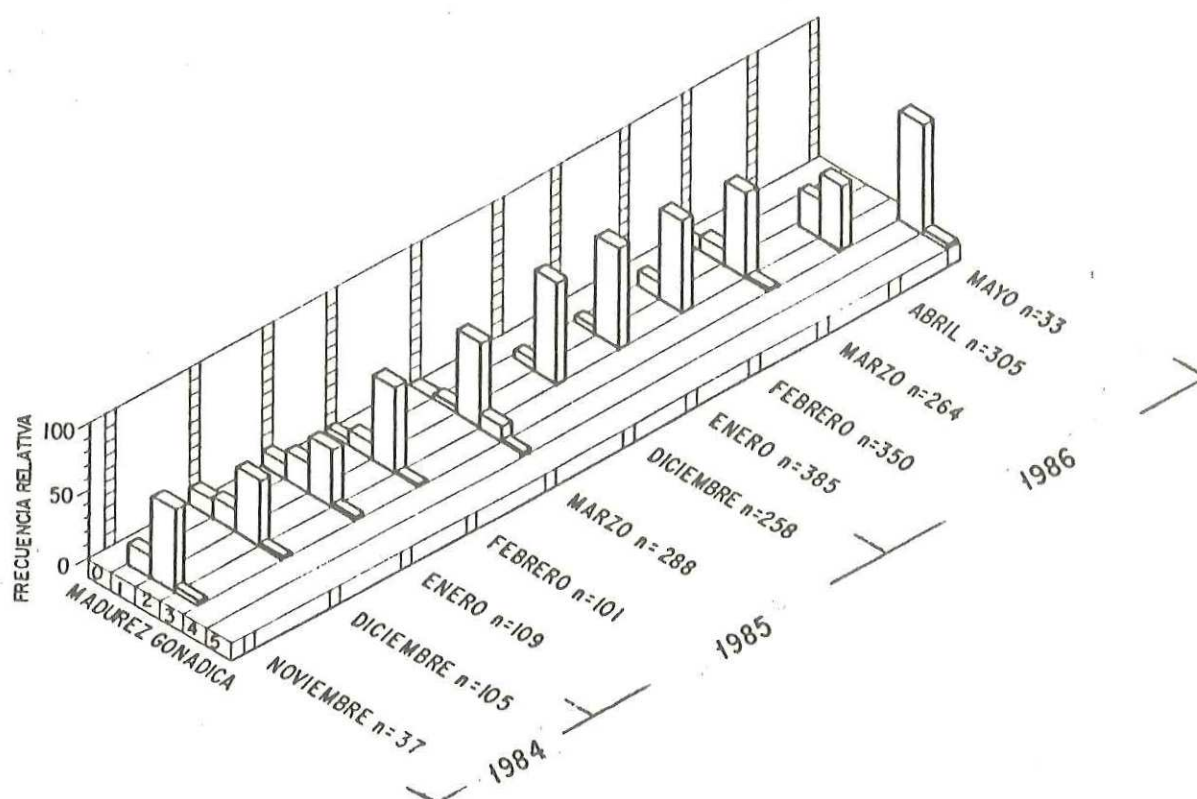


Figura 21.- Variación mensual de la frecuencia relativa de los estadios de madurez gonádica de 0. libertate, de Noviembre de 1984 a Mayo de 1986.

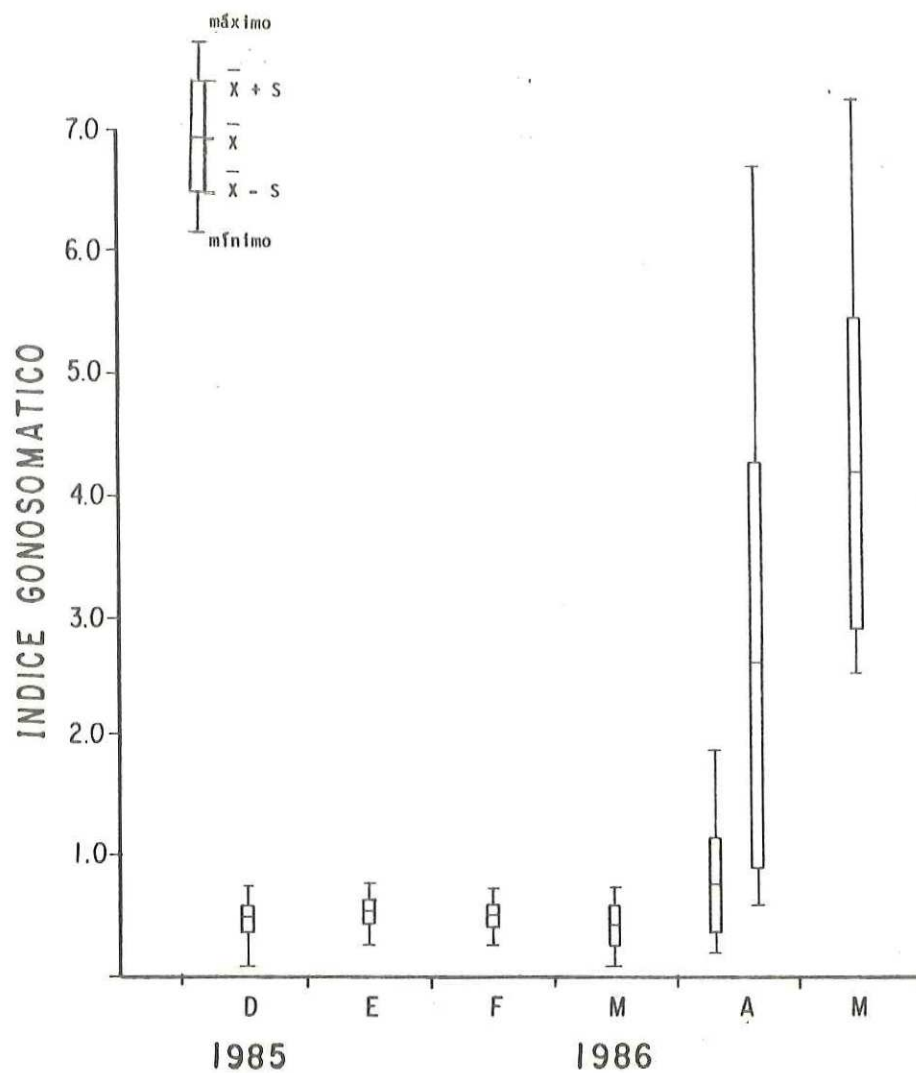


Figura 22.- Variación mensual del índice gonosomático de O. libertate, de Diciembre de 1985 a Mayo de 1986.

embargo algunos datos obtenidos en las dos temporadas de pesca permiten visualizar que el desove probablemente ocurra en los primeros meses del año. En Noviembre y Diciembre de 1984 algunos ejemplares ya se encontraban en la fase de predesove (figura 23). En Junio y Julio de 1985 todas los ejemplares analizados se encontraban en la fase de desarrollo (estadio 2). En Febrero de 1986 los únicos cinco ejemplares colectados se encontraban en la fase de predesove (estadio 4) y en Abril y Mayo de 1986 otra vez se encontraban en la fase de desarrollo (estadio 2). El índice gonosomatico promedio fue mayor en Febrero (3.02) que en Abril (0.56) y Mayo (0.54) de 1986 (figura 24).

El ciclo de madurez gonádica de O. bulleri no se pudo determinar porque esta especie apareció en Abril de 1985 y Abril de 1986. En estos meses los ejemplares analizadas se encontraban en la fase de maduración y predesove (estadios tres y cuatro) (figura 25).

El ciclo de madurez gonádico de O. libertate y O. bulleri parece ser similar, ya que en Abril de 1986 se encontraron ejemplares de las dos especies en la fase de predesove (estadio 4). El ciclo de madurez gonádica de O. medirastre difiere del de las otras dos especies pues cuando O. libertate y O. bulleri se encontraron en la fase de predesove O. medirastre se encontró en desarrollo (estadio dos). O. medirastre parece

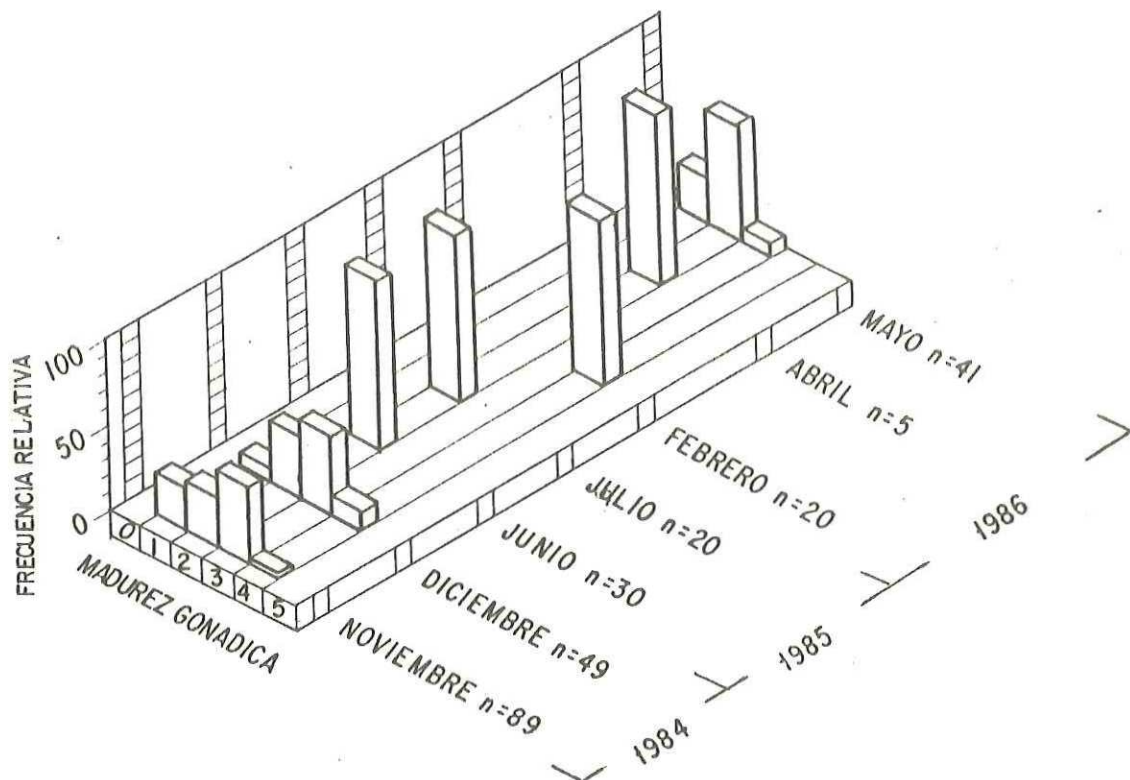


Figura 23.- Frecuencia relativa mensual de los estadios de madurez gonádica de *O. medirastre*, de Noviembre de 1984 a Mayo de 1986.

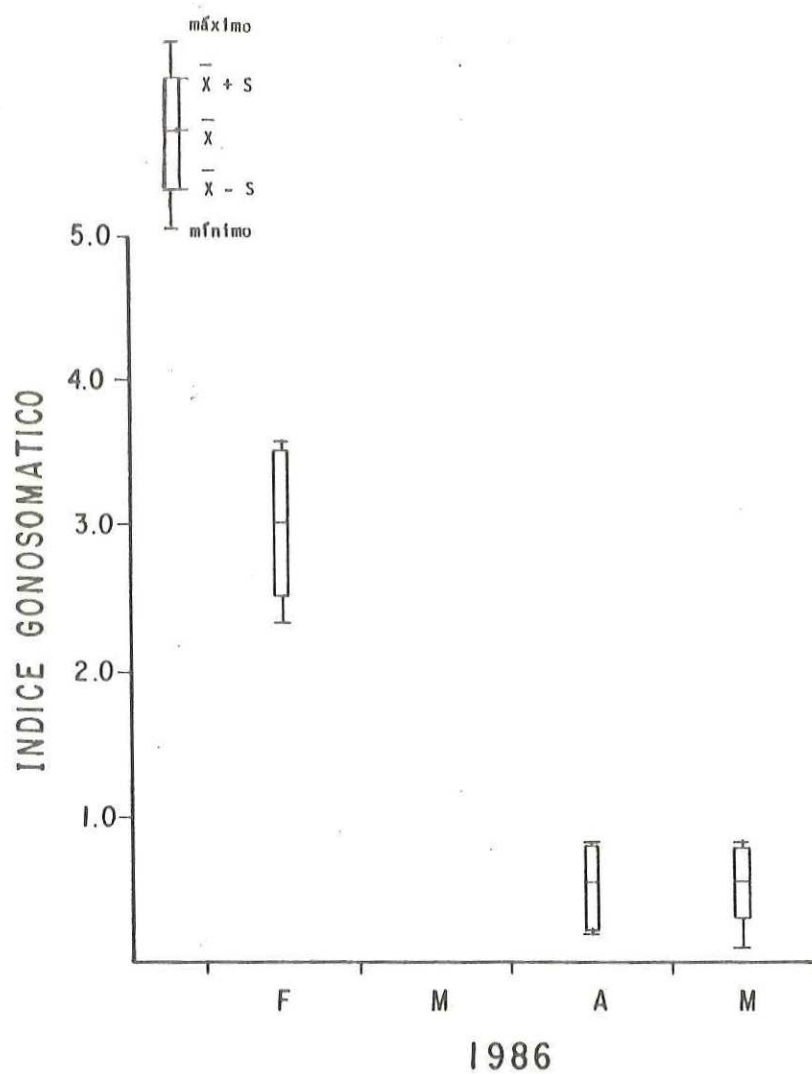


Figura 24.- Variación mensual del índice gonosomático de *O. medirastre* de Febrero a Mayo de 1986.

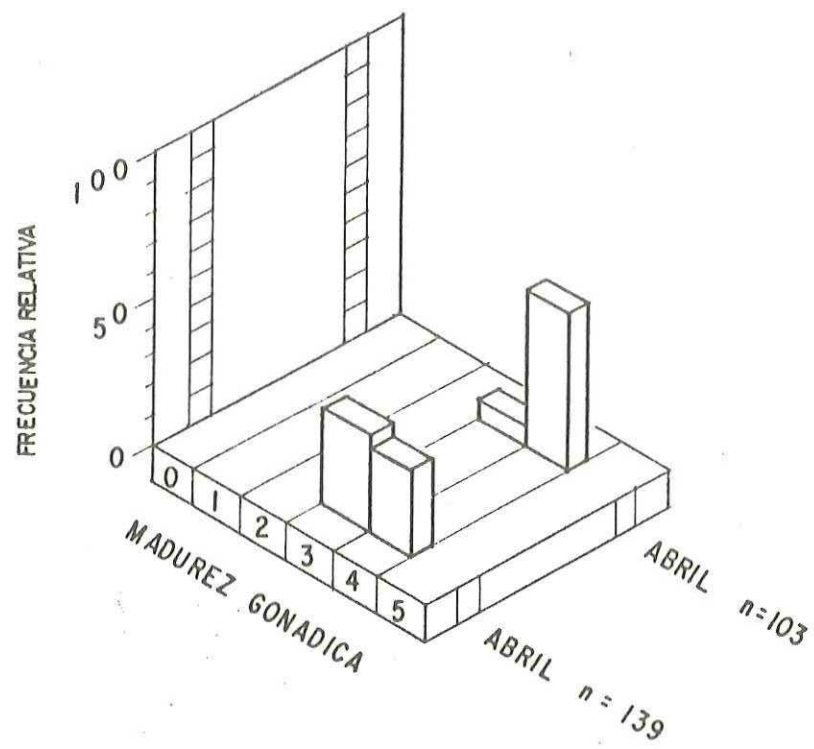


Figura 25.- Frecuencia relativa de los estadios de madurez gonádica de O. bulleri, en Abril de 1985 y 1986.

desovar en invierno mientras que O. libertate y O. bulleri en el verano.

Alimentación

Los tipos de organismos retenidos en cada tamiz, después de cernir el plancton y los contenidos estomacales de los ejemplares de O. libertate colectados el 12 de Marzo de 1986 son enlistados en la Tabla VII.

En el tamiz de 75 micras los dinoflagelados fueron el grupo más abundante tanto en la fracción de plancton (72.9%) como en los contenidos estomacales (68.4%). El género Dinophysis fue el más abundante de este grupo, aunque no se cuantificó; le siguieron tres especies del género Ceratium y dos de Peridinium.

En esta fracción también los silicoflagelados aparecieron con cierta abundancia en los contenidos estomacales (16.8%) aun cuando no se observaron en el plancton. En los demás tamices, los organismos más abundantes en los contenidos estomacales fueron las diatomeas (Coscinodiscus?) (de 14.7% a 71.6%) y el dinoflagelado Ceratium sp. (de 28.4% a 68.4%). En el plancton lo fueron los nauplios o adultos de copépodos (35.3% a 63.7%), excepto en el tamiz de 150 micras donde dominaron las larvas de

Tabla VII.- Composición del plancton y contenido estomacal de O. libertate capturada en la zona Norte de Mazatlán, en Marzo de 1986

Tamiz (micras)	P L A N C T O N		O. libertate (cont. est.)	
	Grupo	número peso	Grupo	número peso
75	Dinoflagelados	72.9	Dinoflagelados Silicoflagelados Diatomeas	68.4
	Diatomeas	24.7		16.8
	Radiolarios	2.3		14.7
90	Nauplios de copépodos	35.3	Ceratium sp. Diatomeas	54.4
	Ceratium sp.	24.7		45.5
	Algas filamentosas	22.3		24.1
	Diatomeas	14.1		
	Radiolarios	3.5		
105	Nauplios de copépodos	35.9	Diatomeas Ceratium sp.	71.6
	Larvas de bivalvos	25.8		28.4
	Ceratium sp.	23.5		16.7
	Diatomeas	11.7		
	Radiolarios	3.5		
1150	Larvas de bivalvos	56.4	Ceratium sp. Diatomeas Copépodos	51.2
	Copépodos	20.0		36.2
	Ceratium sp.	17.6		12.5
	Diatomeas	5.9		
180	Copépodos	37.5	Ceratium sp. Diatomeas	62.8
	Nauplios de copépodos	26.2		38.0
	Larvas de bivalvos	23.7		10.7
	Ceratium sp.	10.0		
	Diatomeas	2.5		
220	Quetognatos	37.5	Ceratium sp. Gasterópodos Copépodos	40.0
	Copépodos	37.5		35.0
	Cladoceros	6.2		25.0
	Larvas de bivalvos	6.2		12.6
	Larvas de poliquetos	6.2		
	Ceratium sp.	6.2		

bivalvos (56.4%) y en el de 200 micras donde dominaron los quetognatos y copépodos con similar abundancia (37.5%).

El peso seco libre de cenizas de la fracción retenida en cada tamiz del contenido estomacal de O. libertate mostró un patron diferente al encontrado en la muestra de plancton (figura 26) En el plancton los mayores pesos se registraron en los tamices de 90 y 220 micras, mientras que en los contenidos estomacales solo un máximo se registró en el tamiz de 90 micras y los valores mas bajos se registraron en los tamices de 180 y 220 micras.

Con el fin de estimar la importancia relativa de cada grupo de organismo en el contenido estomacal y en las muestras de plancton se calculó un índice de frecuencia numérica ponderado, multiplicando el porcentaje numérico de cada grupo por la proporción de peso seco libre de cenizas de la fracción donde se observó y se sumaron los valores así obtenidos por cada grupo en los diferentes tamices. Después se calcularon los porcentajes para cada grupo.

El 90% del índice de frecuencia numérica ponderado de los organismos en el contenido estomacal de O. libertate lo ocuparon, en orden de importancia, dinoflagelados, diatomeas y copépodos; mientras que en el plancton lo cubrieron dinoflagelados, nauplios y adultos de copépodos, Quetognatos,

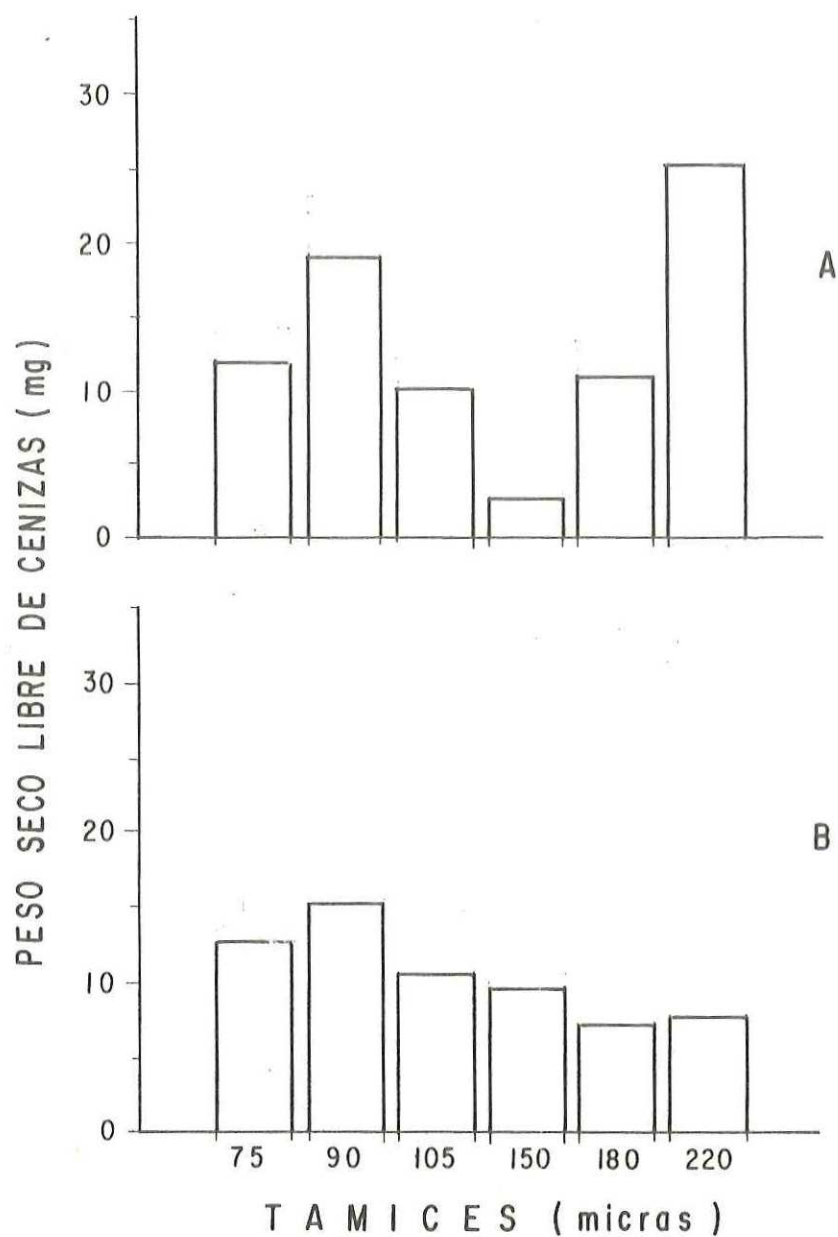


Figura 26.- Peso seco libre de cenizas de la fracción retenida en cada tamiz, del plancton (A) y contenido estomacal (B) de O. libertate capturada en el área de Punta Piaxtla, en Marzo de 1986.

larvas de bivalvos, diatomeas y algas filamentosas (figura 27). La dieta de esta especie estuvo compuesta principalmente por fitoplancton (90%), a pesar de que la fracción del zooplancton presente en el medio era importante (67% suponiendo que la muestra de plancton fue representativa de lo que se encontraba en el medio).

Los tipos de organismos retenidos en cada tamiz después de cernir el plancton y los contenidos estomacales de los ejemplares de las tres especies de Opisthonema capturados el 16 de Abril de 1986 son enlistados en la Tabla VIII. Los dinoflagelados, y entre ellos el género Dinophysis fueron el grupo más dominante del plancton (53.2%) retenido en el tamiz de 75 micras. También se observaron diatomeas y dinoflagelados (21.3% cada uno). En el tamiz de 90 micras el dinoflagelado Ceratium sp. (43.7 %) y nauplios de copépodos (43.7%) fueron los más abundantes, mientras que en los tamices de 105 y 150 micras fueron más abundantes las larvas de bivalvos (50% y 28.6%) y los copépodos (36.2% y 57.1%). En los dos tamices restantes (180 y 220 micras) los copépodos fueron dominantes (92.3% y 91.3% respectivamente).

En los contenidos estomacales de O. bulleri los copépodos, o restos de ellos, fueron muy abundantes (de 59% a 100%) en las fracciones retenidas en todos los tamices excepto en el de 75 micras en donde se observaron diatomeas (100%), pero esta

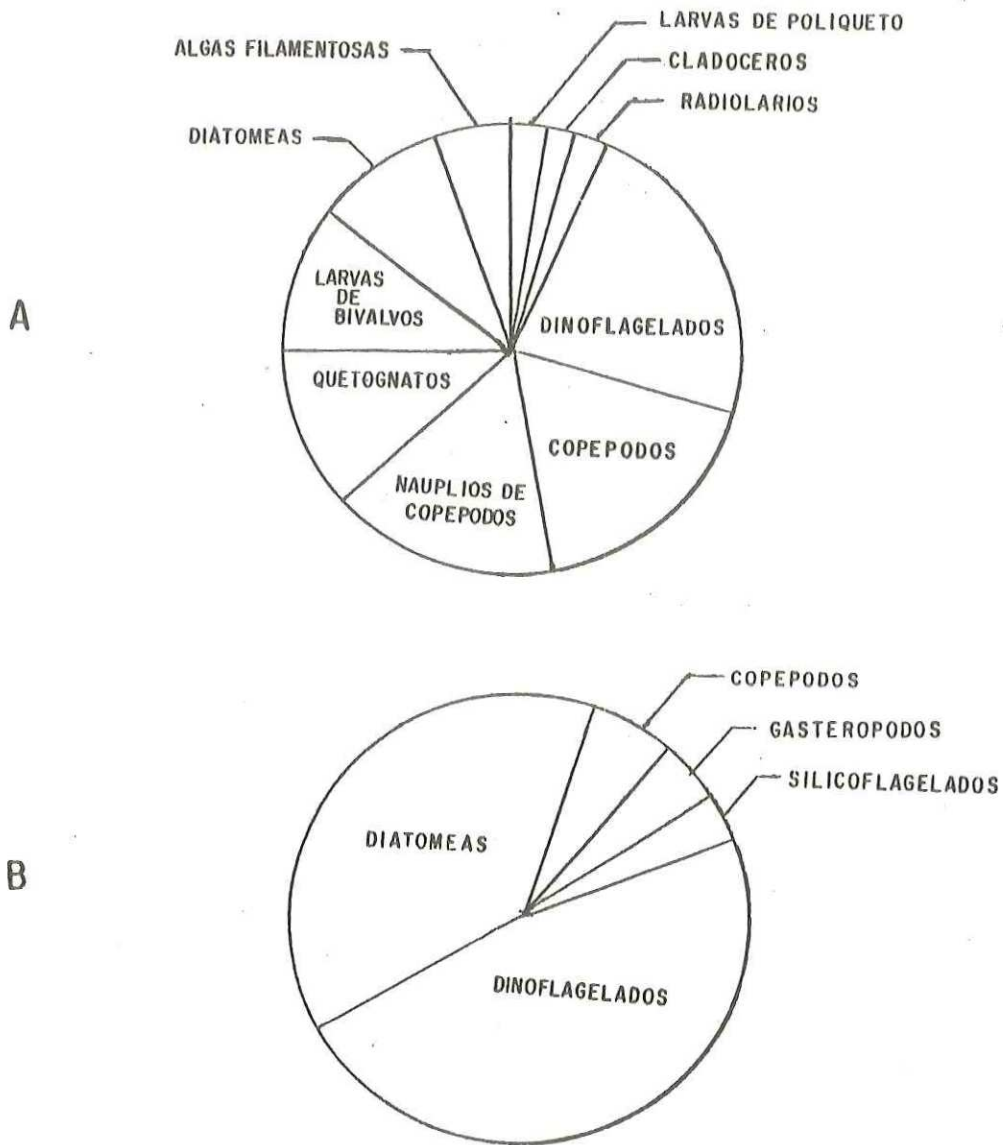


Figura 27.- Porcentaje del índice de frecuencia numérica ponderado de los componentes del plancton (A) y del contenido estomacal (B) de *O. libertate* capturada en el área de pesca Punta Piaxtla, en Marzo de 1986.

Tabla VIII.- Composición del plancton y contenido estomacal de las tres especies de Opisthonema capturada en la zona Sur de Mazatlán en Abril de 1986.

Tamiz (micras)	P L A N C T O N				O. bulleri (cont. est., n=40)				O. libertate (cont. est. n=3)				O. medirastre (cont. est. n=2)			
	Grupo	%	número	peso	%	número	peso	%	Grupo	%	número	%	Grupo	%	número	%
75	Dinoflagelados		53.2						Diatomeas	100.0	1.0		Silicoflagelados	42.0		
	Silicoflagelados		21.3						Diatomeas				Restos de Dinophysis	38.0		
	Diatomeas		21.3													
	Otros		4.2										(1 ejemplar)			
90	Nauplios de copépodos		43.7						Restos de copépodos	100.0	2.1		Restos de copépodos	100.0		
	Ceratium sp.		43.7													
	Diatomeas		12.5													
105	Larvas de bivalvos		50.0						Restos de copépodos	100.0	9.6		Restos de copépodos	100.0		
	Copépodos		36.2													
	Ceratium sp.		13.7													
150	Copépodos		57.1						Copépodos	91.0	3.1		Copépodos	60.0		
	Larvas de bivalvos		28.6						Diatomeas	9.0			Diatomeas	40.0		
	Ceratium sp.		14.3													
180	Copépodos		92.3						Copépodos	96.9	8.2		Copépodos	80.0		
	Ceratium sp.		7.7						Diatomeas	3.0			Diatomeas	20.0		
220	Copépodos		91.3						copépodos	84.2			Cladoceros	100.0		
	Diatomeas		7.2						Huevos de				Cladoceros	50.0		
	Ceratium sp.		1.4						pez	8.5	76.0					
									Cladoceros	7.2						

fracción solo representó el 1% del peso libre de cenizas total. Los estómagos estaban completamente llenos y al abrirllos se observaba una masa amorfa, aunque al removerla se apreciaban muchos copépodos prensados.

En los pocos ejemplares de O. libertate y O. medirastre colectados en este muestreo los contenidos estomacales tenían apariencia amorfa, con un alto porcentaje de M.O.N.I.. Algunos organismos identificados en el contenido estomacal de O. libertate fueron los silicoflagelados y diatomeas en el tamiz de 75 micras, larvas de bivalvos en los tamices de 90, 105 y 150 micras, y cladoceros y diatomeas en los tamices de 180 y 220 micras. En O. medirastre se observó una porción de Dinophysis en el tamiz de 75 micras, restos de copépodos en los tamices de 90, 105, 150 y 180 micras, diatomeas en los tamices de 150 y 180 micras y cladoceros en el de 220 micras. Los cladoceros se observaron en los contenidos estomacales de las tres especies, aunque no en el plancton.

El peso seco libre de cenizas de las fracciones del plancton mostraron también dos máximos, uno en el tamiz de 75 micras y otro en el de 220 micras, mientras que en el contenido estomacal de O. bulleri solo un máximo fue observado en el tamiz de 220 micras (figura 28).

El 90% del índice de frecuencia numérica ponderado en el

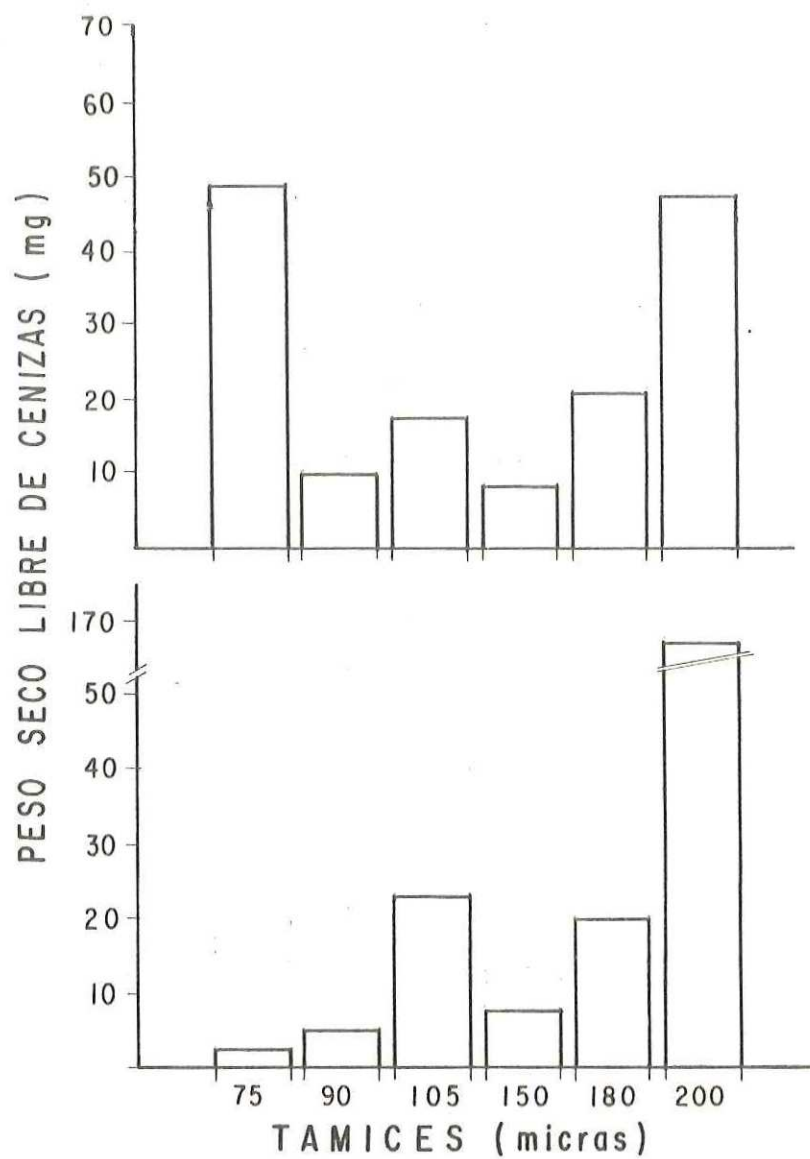


Figura 28.- Peso seco libre de cenizas de la fracción retenida en cada tamiz, del plancton (A) y del contenido estomacal (B) de *C. bulleri* capturada en el área de pesca Las Ca-bras, en Abril de 1986.

contenido estomacal de esta especie lo ocuparon, en orden de importancia, copépodos y huevos de pez, mientras que en el plancton lo ocuparon los copépodos, dinoflagelados, diatomeas y silicoflagelados (figura 29). En esta especie la fracción de fitoplancton ocupó un bajo porcentaje del índice de frecuencia numérica ponderado en los contenidos estomacales (1.6%) a pesar de que su presencia en el plancton era importante (41.6%)

En las otras dos especies no se determinó el peso seco del contenido estomacal por ser muy escaso el material.

En las comparaciones gráficas de la relación espacio interbranquial-longitud estándar no se observaron diferencias aparentes entre los sexos, en cada especie (figura 30 A). En *O. libertate* y *O. medirastre* se observó un incremento en el espacio interbranquial con la longitud estándar. En *O. bulleri* este incremento no se registró, aunque debe considerarse que se analizó un rango muy pequeño de tallas (155 mm a 180 mm).

La distribución de frecuencias de los espacios interbranquiales de *O. libertate* y *O. medirastre* se traslaparon (figura 30 B), aunque sus valores medios fueron diferentes (112.16 $\pm$ 10.5 micras en *O. libertate* y 139.37 $\pm$ 13.8 micras en *O. medirastre*. En *O. bulleri* se observaron los

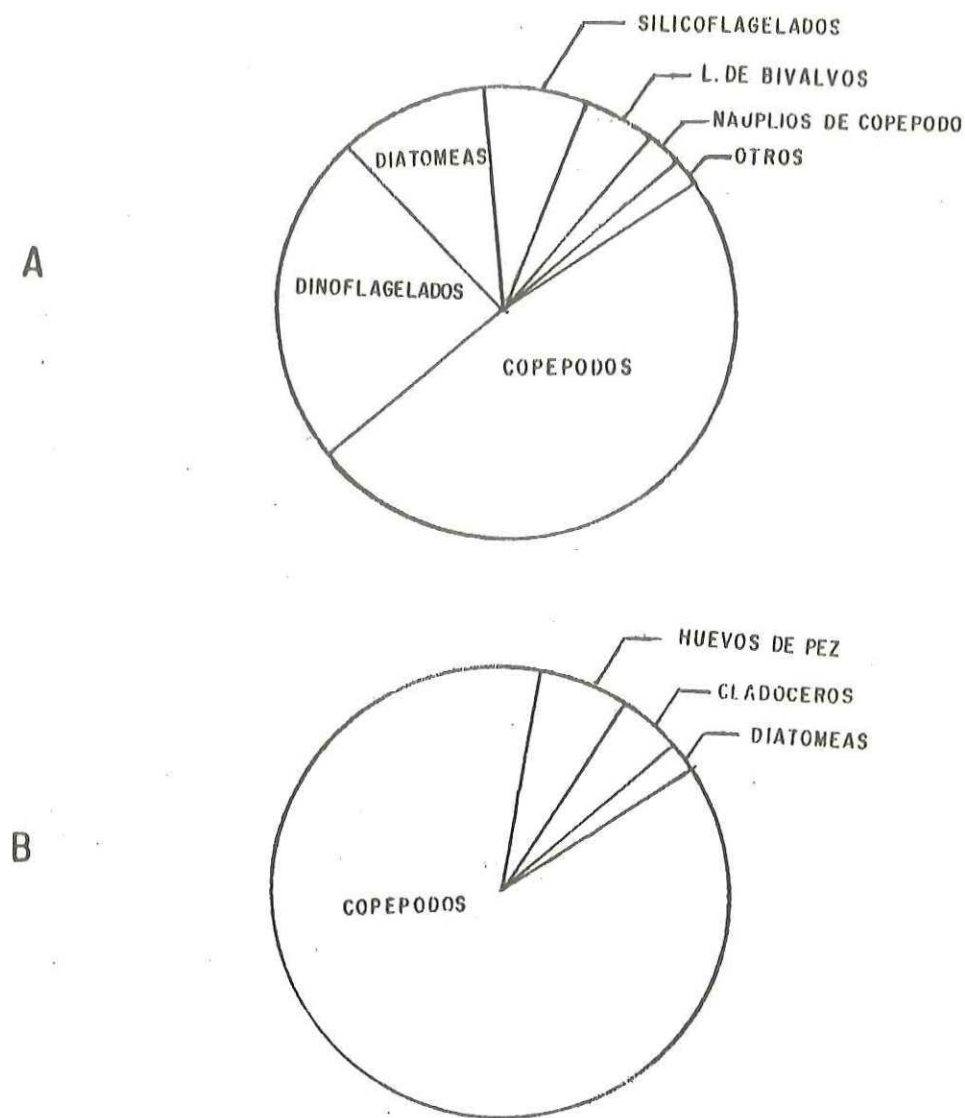


Figura 29.- Porcentaje del índice de frecuencia numérica ponderado de los componentes del plancton (A) y del contenido estomacal (B) de *O. bulleri*, capturada en el área de pesca Las Ca-bras en Abril de 1986.

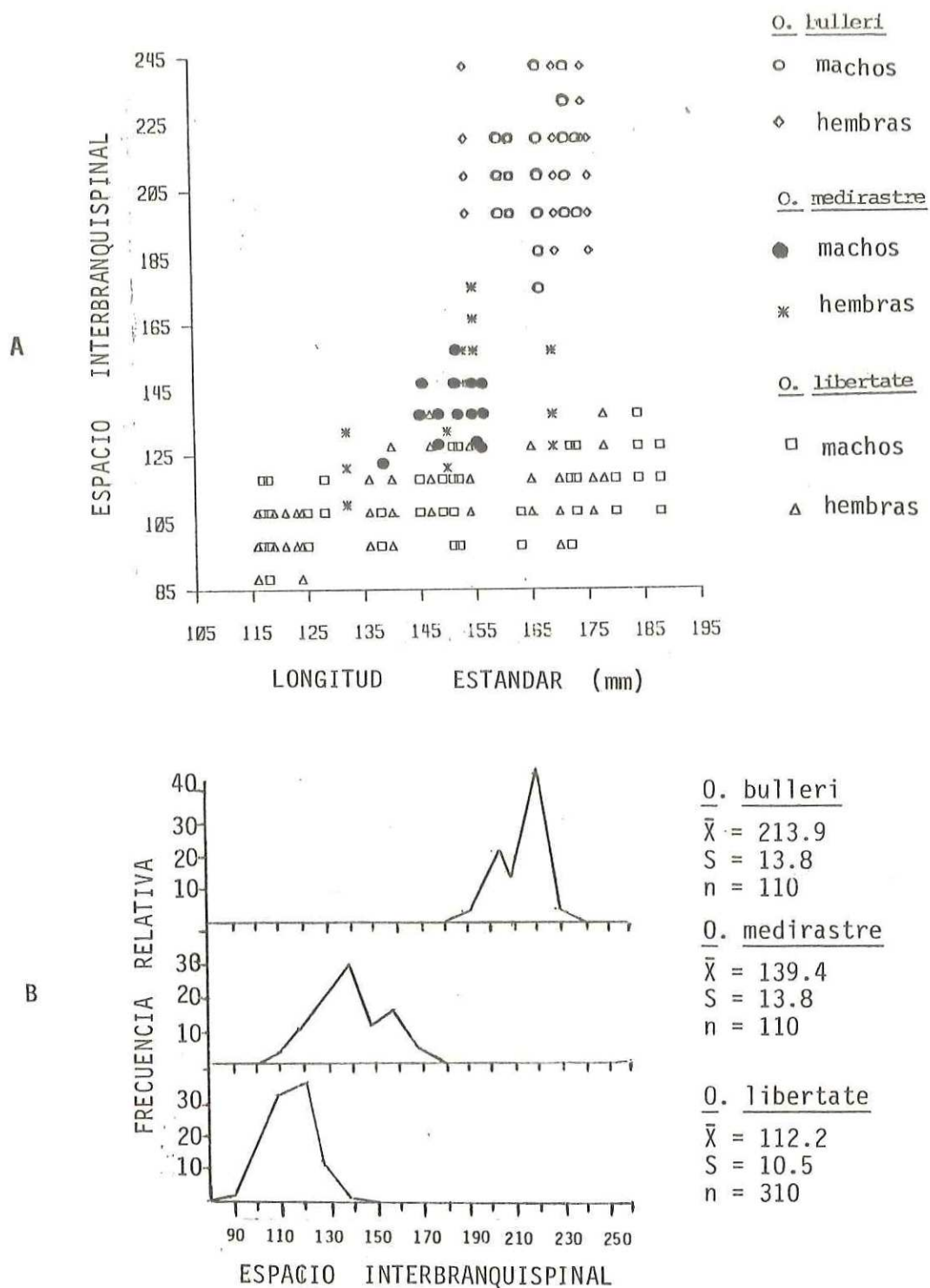


Figura 30.- Relación de la distancia interbranchial con la longitud estándar (A), y la distribución de frecuencias relativas de la distancia interbranchial (B) de O. libertate, O. medirastre y O. bulleri.

mayores espacios interbranquiales, con una media de 213.9 +/- 13.8 micras.

Factor de condición

Los factores de condición (relación peso/volumen) solo fueron calculados en O. libertate para la temporada 1985-1986, ya que las otras dos especies solo aparecieron esporádicamente en esta temporada. En general se observó poca variación de los factores de condición entre los meses de muestreo (figura 31), sin embargo el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis mostró que esta variación fué significativa ($P < 0.001$). La prueba de comparaciones múltiples con el método de Student Newman Keuls sobre los factores calculados con peso total agrupó sin significancia ($P = 0.05$) a los factores promedio de Marzo, Abril y Mayo, con un valor promedio de 0.92. Otro grupo se formó con los factores de Diciembre y Enero con un valor de 0.86, y el factor promedio del mes de Febrero quedó aislado con el valor mas bajo de la temporada (0.83). La misma prueba aplicada a los factores calculados con peso eviscerado agrupó sin significancia ($P = 0.05$) a los factores de Diciembre y Febrero, y en promedio fueron los mas bajos de la temporada (0.78). El factor promedio de Enero (0.81) se aisló significativamente de los demás meses. Los factores de Marzo, Abril y Mayo se agruparon sin significancia, aunque gráficamente se observó una disminución entre Marzo (0.87) y

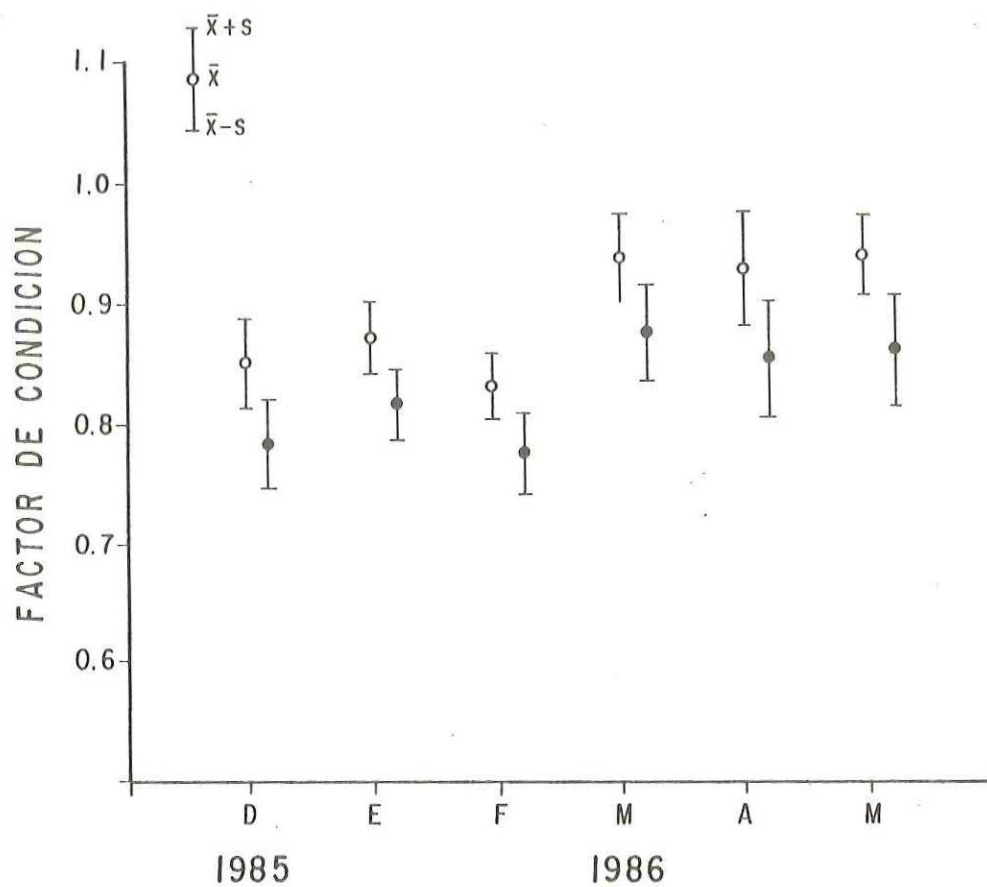


Figura 31.- Variación mensual de los factores de condición de O. libertate capturada en la costa Sur del estado de Sinaloa, de Diciembre de 1985 a Mayo de 1986; calculado con peso total (círculos claros) y peso eviscerado (círculos oscuros).

Abril (0.84). Debido a la posibilidad de que la interacción de los factores de condición de los demás meses evitara detectar la diferencia gráfica se compararon estos dos meses aisladamente con una prueba de Mann-Whitney y se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$).

Fecundidad

En O. libertate la fecundidad relativa estimada con el grupo de ovocitos vitelados de mayor diámetro fue de 285 ± 65 óvulos/gr de peso total, y de 311 ± 70 óvulos/gr de peso eviscerado. La fecundidad individual estimada con este grupo de ovocitos fue muy variable entre hembras de aproximadamente la misma longitud y peso total (figura 32A y B), pero en general se observó una tendencia a incrementar la fecundidad con la longitud y peso. El análisis de varianza demostró que esta relación fue significativa ($P < 0.001$). El patrón de variación de fecundidad individual y peso eviscerado fue similar al observado con el peso total por lo que no se incluyó el diagrama, pero la relación se ajustó a la función

$$\text{fecundidad} = -3276 + 354 \text{ peso eviscerado } (r = 0.71).$$

El número de ovocitos vitelados en el grupo de menor diámetro expresado como una estimación de fecundidad fue de 122 ± 51 óvulos/gr de peso total y de 133 ± 55 óvulos/gr de peso eviscerado. La fecundidad individual estimada con este

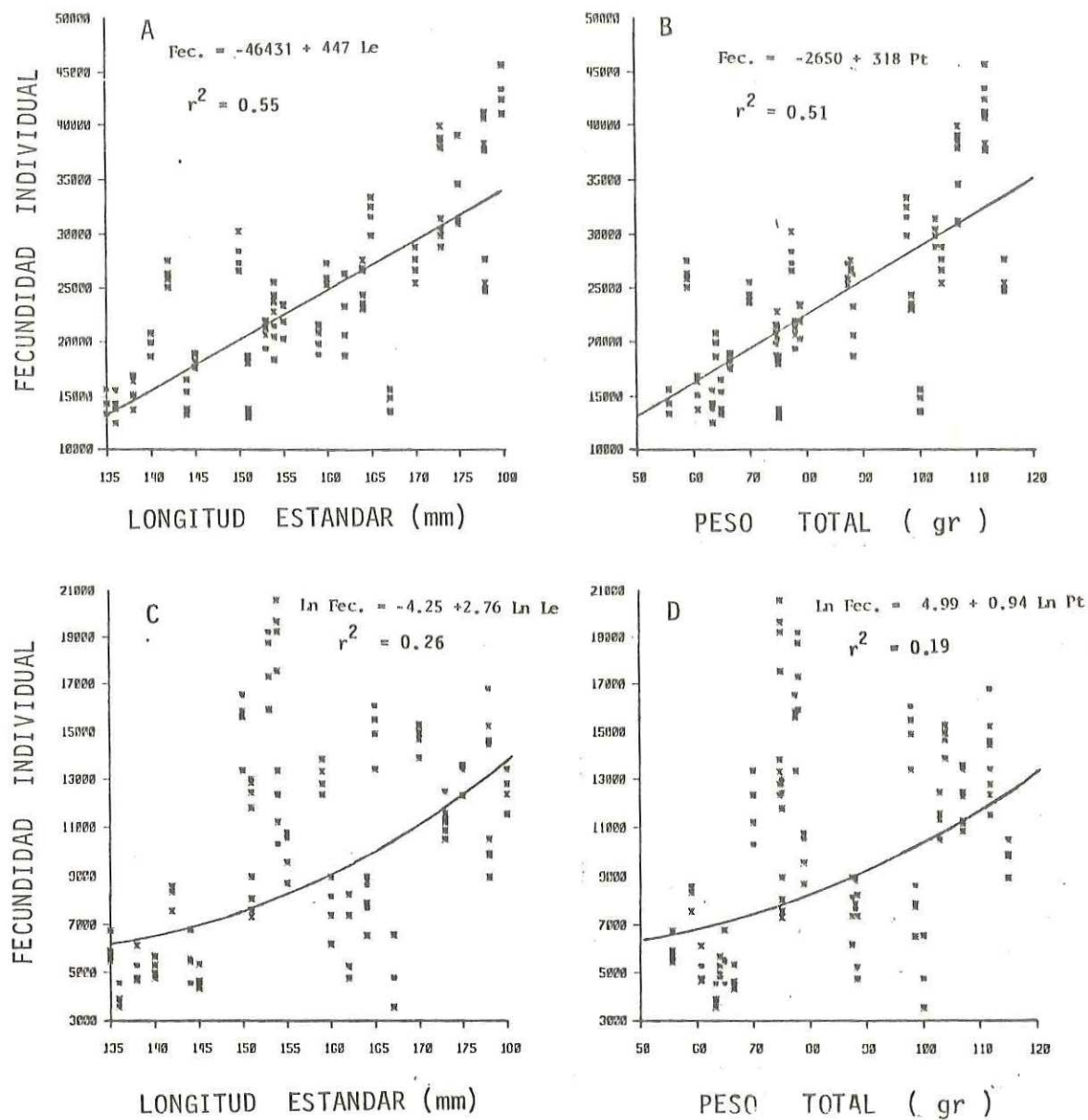


Figura 32.- Relación de la longitud estándar y peso total con la fecundidad individual de O. libertate, estimada con el grupo modal de diámetro de óvulos más avanzado (A y B), y con el grupo de óvulos más pequeños (C y D).

grupo de ovocitos también fue muy variable entre peces de aproximadamente la misma longitud y peso total (figura 32C y D), pero el análisis de varianza demostró que la relación positiva observada entre el número de ovocitos y la longitud y peso fue significativa ($P < 0.001$). La fecundidad individual y el peso eviscerado se ajustaron a la función:

$$\text{Ln fecundidad} = 4.99 + 0.956 \text{ Ln peso eviscerado } (r = 0.43).$$

En O. bulleri la fecundidad estimada con el grupo de ovocitos vitelados de mayor diámetro fue de 267 ± 80 óvulos/gr de peso total y 279 ± 84 óvulos/gr de peso eviscerado. La fecundidad individual estimada con este grupo de ovocitos fue muy variable (figura 33A y B), pero en general se incrementó con la longitud y peso total. El análisis de varianza demostró que esta relación fue significativa ($P < 0.001$). La fecundidad individual y el peso eviscerado se ajustaron a la función:

$$\text{fecundidad} = -2327 + 308 \text{ peso eviscerado } (r = 0.53).$$

El número de ovocitos vitelados de menor diámetro expresado como una estimación de fecundidad fue de 159 ± 85 óvulos/gr de peso total y 167 ± 89 óvulos/gr de peso eviscerado. La fecundidad estimada con este grupo de ovocitos fue aún más variable que la estimada con los ovocitos de mayor diámetro (figura 33C y D), pero el análisis de varianza demostró que hubo una relación positiva significativa con la

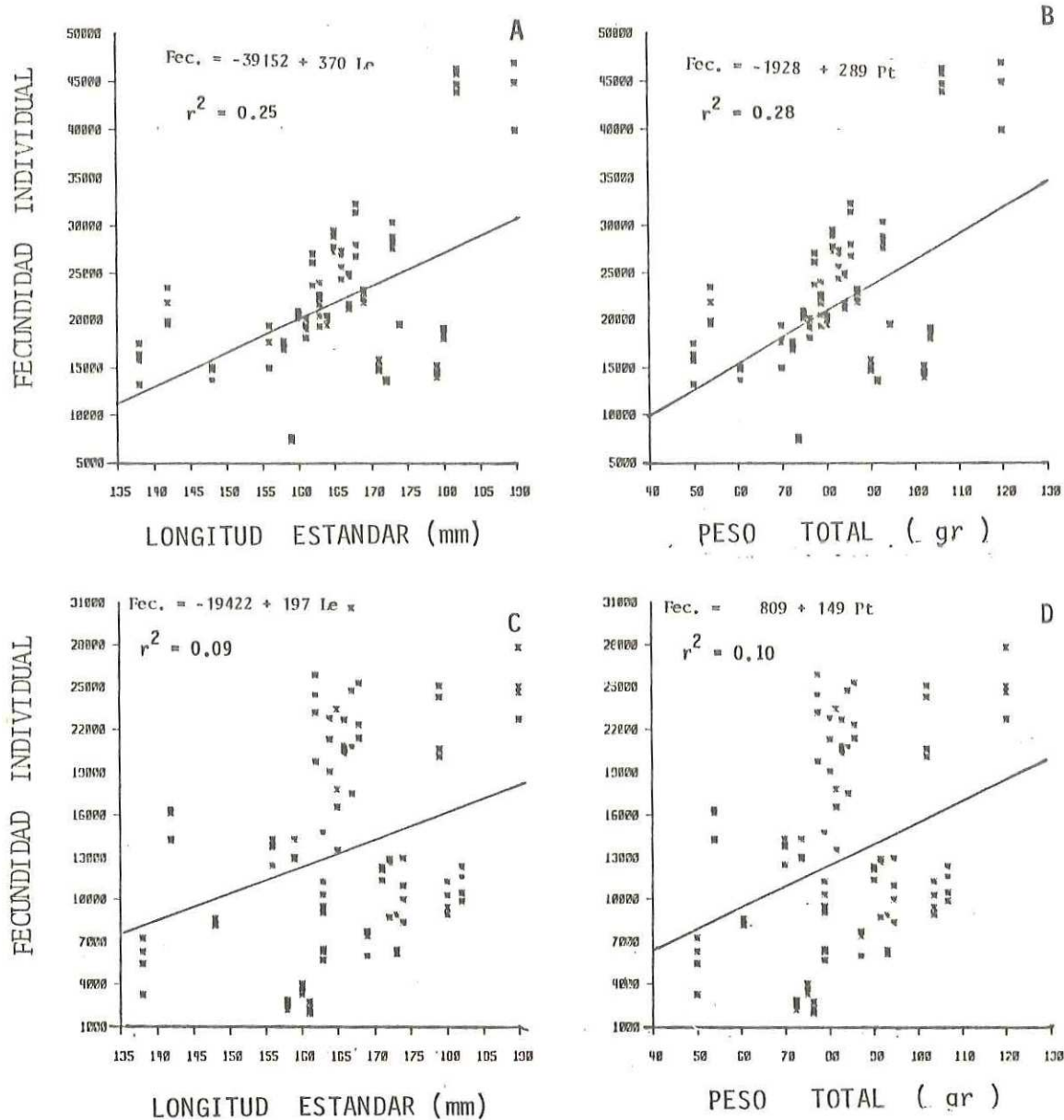


Figura 33.- Relación de longitud estándar y peso total con la fecundidad individual de *O. bulleri*, estimada con el grupo modal de diámetro de óvulos más avanzado (A y B), y con el grupo de óvulos más pequeños (C y D).

longitud y peso ($P < 0.01$). Esta estimación de fecundidad y el peso eviscerado se ajustaron a la función:

$$\text{fecundidad} = 593 + 159 \text{ peso eviscerado} \quad (r = 0.32)$$

DISCUSION

En teoría, el número de branquispinas de los ejemplares del Sur de Sinaloa, estudiados aquí, deberían coincidir con los perfiles de branquispinas de las especies del Norte de México, reportados por Berry y Barret (1963). Esto se verificó para O. libertate, pero en cambio el número de branquispinas de O. medirastre y O. bulleri coincidieran mas con los perfiles de la región de Perú, Panamá y Costa Rica que con los del Norte de México. Esto podría deberse a un proceso migratorio de las poblaciones desde la región de Perú, Panamá y Costa Rica hasta el Golfo de California durante el pasado evento del "Niño" 1982-1983, y que permanecieron en el area aun después de que se normalizaron las condiciones marinas. Aunque no es posible verificar esta idea con los datos de este trabajo, existen varios antecedentes de especies de peces pelágicos que realizan migraciones durante elevaciones anormales de la temperatura superficial del mar (Radovich, 1961; Squire, 1983). Un dato que apoyaría esta hipótesis es que en la temporada 1982-1983 las capturas de sardina crinuda disminuyeron considerablemente en las costas de Sinaloa (Nevares Martínez et al., 1985), en cambio se incrementaron en las costas de Sonora (Lluch Belda, et al., 1986).

Una explicación alternativa es que las discrepancias se deban a las diferencias en la proporción de las tallas

consideradas por Berry y Barret (1963) para la construcción de los perfiles y la de los ejemplares de este estudio. En los perfiles presentados por Berry y Barret (1963) para el Norte de México, el de O. medirastre fue construido con base en 120 ejemplares entre 45 mm y 90 mm, y 13 entre 155 mm y 205 mm; en cambio en este estudio todos los ejemplares de esta especie (138) fueron mayores de 135 mm. Del mismo modo, el perfil de O. bulleri fue construido con solo tres ejemplares de 62 mm, 173 mm y 182 mm; mientras que en este estudio todos los ejemplares (247) variaron entre 135 mm y 205 mm. El perfil de O. libertate fue construido con un número considerable de ejemplares (no es posible contarlos en los diagramas de Berry y Barret, 1963) entre 30 mm y 210 mm, pero muy pocos (aproximadamente 13) se encontraron en el intervalo de 135 mm a 165 mm, que es donde se registró la mayor proporción de ejemplares analizados en este estudio.

Las discrepancias entre los perfiles de Berry y Barret (1963) y los resultados de este estudio también podrían deberse a la variabilidad natural de los conteos merísticos en el tiempo, además de las variaciones espaciales ya referidas por Berry y Barret (1963). En los datos de McHugh (1951) sobre anchoveta nortea Engraulis mordax se observa una alta variabilidad de los conteos merísticos de un año a otro e incluso de un mes a otro.

También debe considerarse que la validez de los perfiles de branquispinas para la identificación de las especies depende de la escala espacial que se considere. Berry y Barret (1963) observaron que los perfiles de branquispinas de las tres especies se traslapaban, en ejemplares de talla chica, cuando se consideraban niveles regionales (por ejemplo Perú, Panamá y Costa Rica), pero que cuando se consideraban muestras de una area reducida (por ejemplo el Golfo de Nicoya, Costa Rica) las especies se podian identificar facilmente.

Rodríguez Sanchez (1985, y com. pers.) observó que en las muestras del Golfo de California durante la temporada de pesca 1983-1984, prácticamente no había discontinuidad entre los perfiles de branquispinas de O. libertate y O. medirastre, probablemente porque se mezclaron ejemplares que provenian de diferentes partes del Golfo de California. De lo anterior se desprende que la validez de los diagramas de dispersión de longitud estándar contra número de branquispinas para la identificación de las especies se restringe a ejemplares capturados en areas pequeñas; igualmente los perfiles reportados por Berry y Barret (1963) deben ser referidos solo como guía general.

La posibilidad de utilizar los datos de este trabajo como complemento de los perfiles correspondientes a las especies de Opisthonema del Norte de México (Berry y Barret, 1963) se ve

cuestionada por la posible reducción de talla que ocasiona la preservación en formol, y considerando que la descripción original se basó en ejemplares preservados y en este trabajo se analizaron ejemplares en fresco. Parker (1963) reportó reducciones en la talla de salmon después de preservarlos en formol y cita varios autores que encontraron iguales resultados en otras especies. Si en Opisthonema se presentara el mismo fenómeno los datos de Berry y Barret (1963) y los obtenidos en este trabajo no serían comparables.

En este estudio se pudo comprobar que el conocimiento empírico de los pescadores para clasificar a la sardina crinuda con base a los colores tiene validez específica. O. libertate es reconocida como sardina café, posiblemente porque se les introduce agua con sangre entre las escamas durante la maniobra de pesca y al secarse les confiere esta tonalidad. O. bulleri es reconocida como sardina azul, lo cual se debe a que durante la maniobra de pesca las escamas se desprenden y la piel desnuda presenta una tonalidad azulosa. En este estudio se observó también que O. bulleri es más esbelta que las otras dos especies y es relativamente fácil detectarla en una muestra que incluya a las otras especies, aunque los pescadores no tienen en cuenta esa característica.

Para O. medirastre no se pudo comprobar si era reconocida por algún color, aunque los pescadores mencionan la existencia

de una sardina gris. En las muestras analizadas en este trabajo no se logró reconocer a esta especie por otra característica que no fuera el número de branquiaspinas.

Estructura Poblacional.

Considerando que en la zona Sur solo se colectaron ejemplares adultos de O. libertate mayores de 135 mm, mientras que en la zona Norte, además de los adultos, aparecieron juveniles menores de 135 mm, podría hipotetizarse que la zona Sur alberga una población que tiene su centro de reclutamiento en la zona Norte. De la Rosa y Pedrín, (1974) también encontraron grandes concentraciones de juveniles (atribuidos a O. libertate) entre Altata y el Farallón de San Ignacio, dos áreas localizadas un poco más al Norte del área de estudio. Según Comas, (1976) los ejemplares entre 110 mm y 135 mm son juveniles de un año que se reclutan por primera vez a la pesquería. Esto es consistente con los datos registrados en este estudio, ya que los juveniles de esta especie tuvieron una moda en el intervalo de talla de 120 mm a 125 mm. La información sobre ejemplares maduros de O. libertate a los 75 mm en Costa Rica (Peterson, 1956) no sería comparable en este caso, considerando la diferencia latitudinal de las poblaciones estudiadas.

Las diferencias en la talla y peso medio entre los

muestreos de cada mes sugiere que en algunos cardúmenes de O. libertate los grupos de edad se encuentran segregados en el espacio.

La ausencia de juveniles de O. medirastre y O. bulleri y la presencia de adultos solo en la zona Sur sugieren que sus areas de reclutamiento se encuentra mas al Sur del area de estudio. Sin embargo Berry y Barret (1963) encontraron juveniles de O. medirastre en las costas de Sonora. Puede ser que existan subpoblaciones con diferentes areas de reclutamiento.

La explicación de las diferencias por sexo observado en la estructura de tallas y pesos de O. libertate requeriría información sobre comportamiento, siendo por lo tanto insuficientes los datos disponibles en este trabajo. Una de las funciones ecológicas del dimorfismo sexual puede ser el disminuir el traslape de nicho y la competencia entre sexos (Pianka, 1982). Esto no parece ser cierto en O. libertate ya que el dimorfismo sexual solo se detectó en la estructura de tallas y pesos pero no en el aparato filtroalimentador. La longitud de los espacios entre las branquispinas de machos y hembras no mostró diferencias aparentes, aunque si se observó un incremento en el espacio interbranquial con la talla, en cada sexo. A diferencia de O. libertate en las otras dos

especies no se apreció dimorfismo sexual en la estructura de tallas y pesos.

Las diferencias en las tallas medias de las tres especies son llamativas, y sugieren diferencias en tasas de crecimiento (tanto en longitud como en peso) así como en la talla de primera madurez. Estos aspectos, importantes en la administración de las pesquerías de este género, no han sido suficientemente estudiadas, y resaltan como prioritarias para estudios futuros. García Gómez y Molina (1986) encontraron diferentes curvas de crecimiento en peso entre ejemplares de Opisthonema capturados en Noviembre-Diciembre y Marzo-Abril en las costas de Sonora, y sugirieron que posiblemente se trataba de dos poblaciones con diferentes patrones de migración y desove. La estructura de peso total por grupos de edad de los ejemplares capturados en Abril-Mayo es consistente con la estructura de peso total de O. libertate observada en este trabajo, ya que en cada grupo de edad hubo una diferencia de 6 gr a 16 gr a favor de las hembras. En cambio, en las capturas de Noviembre-Diciembre hubo solo uno o dos gramos de diferencias, y no a favor de las hembras en todas las clases de edad (por ejemplo edad, cuatro). Esto sugiere que podría tratarse de ejemplares de O. medirastre u O. bulleri, especies en las que no se detectan diferencias significativas en el peso total promedio entre sexos (el dato anómalo de 10 gr de diferencia entre machos y hembras en la edad cinco puede ser

razonablemente atribuido al escaso número de ejemplares analizados, y no fueron considerados en esta discusión).

Proporción de sexos.

Klingbeil (1978) propuso que debido a los mecanismos de meiosis y fertilización es de esperarse que las poblaciones de peces pelágicos tengan una proporción de sexos de 1:1. Sin embargo esta hipótesis puede ser válida solo inmediatamente después de la eclosión de los huevecillos, pero mas tarde la proporción puede cambiar si existe sobrevivencia diferencial por sexo.

La proporción de sexos es un parámetro importante para la estimación de biomasa de reproductores, y es ciertamente importante el establecerla correctamente. Con base en el total de machos y hembras muestreados por mes, la hipótesis de proporción 1:1 entre sexos fué válida para las tres especies, excepto en Noviembre de 1984 para O. libertate y en Abril de 1986 para O. bulleri (aunque debe considerarse que en el primer caso se registró dos muestreos y en el segundo solo uno). Sin embargo dentro de cada mes, la hipótesis fue consistente solo en O. medirastre, mientras que presentó variaciones en algunos meses en O. libertate (Febrero de 1984; Febrero y Abril de 1986) y en O. bulleri (Abril de 1985). Esto implica que en

algunos muestreos de tales meses la proporción de sexos fué diferente de 1:1.

En atunes (Schafer y Orange, 1956; Batts, 1972) y en la anchoveta nortea Engraulis mordax (Klingbeil, 1978; Hunter y Goldberg, 1980; Laroche y Richardson, 1980) han sido reportadas proporciones de sexos diferentes de la esperada 1:1. Algunas explicaciones propuestas para este fenómeno (Klingbeil, 1978) son: el muestreo sesgado, que podría seleccionar los ejemplares mas grandes; vulnerabilidad diferencial de los sexos al equipo de pesca; segregación mecánica de los sexos durante la maniobra de pesca y almacenamiento (las hembras podrían ser mas grasosas y deslizarse mas rápido que los machos cuando la captura esta siendo depositada en la bodega). En O. libertate, aunque la proporción de sexos diferentes de 1:1 fue observada solo en algunos meses, no puede ser atribuida a las causas anteriores, ya que cualquiera de ellas se manifestaría durante todo el período de estudio.

Las diferentes proporciones de sexos observadas en O. bulleri tampoco pueden ser explicadas por las causas mencionadas anteriormente. En Abril de 1986 en una captura de O. bulleri donde dominaron los machos, se exploraron varias partes de la bodega del barco y se comprobó que no existía segregación mecánica de los sexos. En Abril de 1985 algunos muestreos estuvieron dominados por machos y en otros por

hembras, por lo que no parece ser que exista una diferencial vulnerabilidad al equipo de pesca. El sesgo en el muestreo tampoco podría ser invocado, ya que siempre se tomaron muestras al azar.

En *Engraulis mordax*, otra explicación para las desviaciones de la proporción 1:1 entre sexos implica el comportamiento reproductivo, con formación de cardúmenes de desove activo dominados por machos y cardúmenes no desovadores dominados por hembras (Hunter y Goldberg, 1980). Esta podría ser la causa de las diferentes proporciones de sexos observada en *O. bulleri*, que siempre se capturó próxima a desovar. En *O. libertate* no sería válida la misma explicación ya que se observó fuera del período de desove.

Tanto Febrero y Abril de 1986, cuando la proporción de sexos no fue significativamente constante entre los muestreos, y como en Noviembre de 1984, cuando la proporción de sexos en el total mensual fue diferente de 1:1, coinciden con el último mes de captura de *O. libertate* en una zona (Norte o Sur). Al siguiente mes las capturas se concentraron en la otra zona. Lo anterior sugiere que en los meses señalados se había iniciado un proceso migratorio, posiblemente debido a escasez de alimento. Los factores de condición calculados con peso eviscerado en Febrero y Abril de 1986, significativamente mas bajos que en el mes anterior (Enero y Marzo respectivamente)

apoyaría este último punto. En Febrero de 1985 la proporción de sexos de O. libertate tampoco fue constante entre los muestreos. Aparentemente en este mes no se presentó un proceso migratorio, ya que las capturas se siguieron presentando en la misma zona (zona Norte) en el siguiente mes. Sin embargo en la estructura de tallas de Febrero se observa que se reclutaron al área un mayor número de ejemplares menores de 135 mm y machos mas grandes que en Enero. Posiblemente existe una migración diferencial de los sexos debido a diferentes requerimientos alimenticios. Las hembras, que son mas grandes y requieren mayor energía que los machos para la maduración gonádica, pueden ser mas sensibles a la escasez de alimento y cuando esto sucede posiblemente se segregan de los machos para explorar otras áreas.

Los resultados de este estudio muestran que en O. medirastre la proporción de 1:1 en los sexos se ajusta a la predicción mas conservadora. En el caso de O. bulleri y O. libertate, las variaciones espacio-temporales quedaron compensadas entre si, de modo que en general el total mensual no se apartó significativamente de la proporción 1:1. De esta manera, se propone que esta proporción sea también considerada en el caso de estas especies.

Ciclo de Madurez gonádica.

En las costas de Mazatlán, O. libertate desova en Junio y Julio y posiblemente en Agosto (Páez Barrera, 1976), mientras que en la costa occidental de Baja California Sur desova en Septiembre y Octubre (Torres Villegas et al., 1985). Ambos trabajos reportan que esta especie presenta un período largo de lento desarrollo gonadal después del desove, hasta el mes de Febrero. En este trabajo no se pudo precisar el período de desove de O. libertate porque no se encontraron hembras desovadas. Dada la estructura de madurez gonádica y la variación mensual del índice gonosomático lo más probable es que el desove intensivo inicie en Junio, tal como lo reporta Páez Barrera (1976).

La presencia de ejemplares de O. bulleri en estadio cuatro (predesove) en los meses de Abril y Mayo sugiere que su período de desove es similar al de O. libertate o al menos se traslapan. El período de desove de O. medirastre aparentemente es diferente ya que la presencia de ejemplares en estadio de predesove (estadio cuatro) en el invierno, y en desarrollo (estadio dos) en el verano sugiere que su desove ocurre en el invierno.

Petersen (1956) reportó que O. libertate desova durante todo el año; sin embargo, es probable que esa aseveración

incluya a las tres especies, ya que para esas fechas todavía no se habían descrito las otras dos especies. Gutierrez y Padilla (1974) en un crucero realizado en el Golfo de California en el mes de Febrero encontraron larvas de Opisthonema solo frente a Mazatlán. Es probable que estas larvas fueran de O. medirastre ya que el desove de O. libertate y O. bulleri está muy alejado del mes de Febrero, mientras que el ciclo de reproducción de O. medirastre ajusta con el periodo observado.

Los periodos de desove de las tres especies pueden estar ligados a los patrones de circulación superficial en el área de estudio. Durante el Verano y Otoño existen corrientes superficiales que se dirigen hacia adentro del Golfo de California por el Oriente, girando hacia el lado occidental a la altura de Guaymas, Sonora (Stevenson, 1970; Granados Gallegos y Schwartzlose, 1974; Rosas Cota, 1977). Como el periodo de desove de O. libertate y O. bulleri ocurre en esta época, sus huevos y larvas pueden derivar con estas corrientes hacia el norte y después a la costa occidental del Golfo de California. La presencia de larvas de Opisthonema consistentemente mas grandes en la costa occidental que en la costa oriental del Golfo de California, como se observó en el análisis de los datos reportados por Gil Hernández (1982), apoyan la hipótesis de la deriva larvaria. Como las diferencias en tallas fueron consistentes en ambos cruceros, independientemente de la secuencia de las estaciones y

considerando que algunas veces se colectaron larvas en ambas costas el mismo día, dos explicaciones son posibles: una es que el desove ocurra en la costa oriental y las larvas derivan con las corrientes superficiales hacia la costa occidental, y por el crecimiento llegan mas grandes a esta costa. Otra explicación sería que se presentaran desoves desfasados en ambas costas, y que en ambos cruceros el muestreo coincidiera con un período de desove reciente en la costa oriental y uno mas distante en la occidental. Desafortunadamente no existen datos de distribución de huevos de Opisthonema en el Golfo de California que permitan definir el area de desove, pero la mayor concentración de larvas en la costa oriental como lo reporta Gil Hernández (1982) sugiere que el desove se realiza en esta costa. Moser et al. (1973) y Gutiérrez y Padilla (1974) también reportaron abundantes larvas al Norte de las Islas Tiburón y Angel de la Guarda. Si existe la deriva larvaria, es posible que una vez en la parte central del Golfo las larvas puedan ser introducidas al Norte de las islas por acción de las fuertes corrientes de marea que se presentan en esta área (Badan-Dangon et al., 1985). Las tallas de las larvas colectadas por Gutiérrez y Padilla (1974) al Norte de las Islas fueron mayores de 5 mm, y la mayor abundancia (80%) se registró entre 11 mm y 17 mm. Esto sugiere que el desove tenía mucho tiempo de haber ocurrido en esta zona o que las larvas derivaron de otra zona. Sin embargo también debe considerarse que las colectas de Moser et al. (1973) y de

Gutiérrez y Padilla (1974) se realizaron durante los eventos "El Niño" de 1957-1958 y 1972-1973 respectivamente, que pudo haber ampliado la distribución Norte de la especie.

De ser cierto que los huevos y larvas de O. libertate y O. bulleri pueden derivar conjuntamente, se esperaría encontrar a estas dos especies siempre mezcladas; sin embargo, los juveniles de O. libertate registrados en este trabajo no se encontraron mezclados con juveniles o adultos de O. bulleri. Una explicación alternativa puede ser que estas dos especies tengan diferentes requerimientos específicos de hábitat para el desove; en este sentido, podría especularse la interacción de las tres masas de agua en la entrada del Golfo (Stevenson, 1970) puedan producir esos diferentes hábitat.

Los huevos y larvas de O. medirastre pueden derivar con las corrientes superficiales que en el invierno se dirigen hacia el Sur (Rosas Cota, 1977; Granados Gallegos y Schwartzlose, 1974). Sin embargo no existen datos que apoyen a esta hipótesis.

Alimentación

La dominancia de zooplancton en los contenidos estomacales de O. bulleri puede ser explicado por la separación de las branquiaspinas en su aparato filtrador. La separación promedio

(214 $\pm$ 13.8 micras) eliminaría mecánicamente al fitoplancton, con tallas dominantes en la fracción de 75 a 90 micras.

La dominancia de fitoplancton en los contenidos estomacales de O. libertate no queda enteramente explicado por la separación entre las branquispinas, dado que la distancia promedio fue de 112 $\pm$ 10.5 micras y la mayor densidad de fitoplancton se observó en la fracción de 75 y 90 micras. Hammann (1985) menciona que "la luz de malla" efectiva del aparato filtrador del sabalo americano Alosa sapidissima puede reducirse por la presencia de dentículos arreglados bilateralmente en las branquispinas. En O. libertate solo ocasionalmente se observaron dentículos muy pequeños e irregularmente distribuidos. La separación entre las branquispinas también podría reducirse al unirse estas hacia su parte superior; otra posibilidad sería que el aparato filtrador presentara cierto grado de colmatación, como sucede con las redes de plancton.

En O. libertate la selección negativa de partículas mayores de 200 micras no puede ser explicada por la separación entre sus branquispinas, ya que si su aparato filtrador fue capaz de retener partículas de 75 a 95 micras de diámetro, con mayor facilidad podía retener partículas mas grandes. En este caso podría pensarse en que el zooplancton pudiera evadir el área de succión del pez dada la reducción en la velocidad de

Filtración. En esta situación, los organismos del zooplancton podrían ser atrapados solo si estuvieran débiles, muertos, o tuvieran poca movilidad. En la alimentación de los peces también los estímulos visuales son importantes Bartell (1982) menciona que la morfología, talla, color, densidad y movimiento de las presas planctónicas potenciales son importantes factores que estimulan visualmente a los peces planctívoros y constituyen un factor de selección positivo o negativo. Sin embargo, este último punto parece improbable en este caso pues obligaría a establecer el supuesto de que los seis grupos taxonómicos representados en la fracción de 220 micras poseen atributos tales como para no ser visualmente detectados por O. libertate.

La dieta de O. medirastre no se pudo determinar ya que solo se analizaron dos estómagos en donde el contenido tenía una apariencia amorfa; sin embargo la presencia de restos de copépodos sugiere que su dieta es mas similar a la de O. bulleri. Berry y Barret (1963) encontraron zooplancton en los contenidos estomacales de O. bulleri y O. medirastre y reportan que en O. libertate se observó practicamente lo mismo, solo que de menor tamaño y en menor número que en las otras dos especies. La distancia promedio entre las branquispinas de O. medirastre (aproximadamente 150 micras) sugiere que esta especie incluya en su dieta algunos fitoplanctontes que forman

cadenas o exhiben prolongaciones corporales que aumentan su tamaño efectivo (por ejemplo, dinoflagelados).

Los resultados de la ecología alimenticia de estas especies arrojan alguna luz sobre su distribución y fluctuaciones en abundancia. Durante el pasado evento del "Niño" 1982-1983, las capturas de sardina crinuda se incrementaron extraordinariamente en las costas de Sonora (Lluch-Belda et al., 1986), en cambio en las costas de Sinaloa solo se reportaron esporádicas capturas (Nevares Martínez et al., 1985). Una posible explicación sería que las poblaciones de sardina crinuda se desplazaron hacia el Norte, por el avance septentrional de las aguas cálidas subtropicales y/o por una reducción de las áreas de alimentación.

Hee et al. (1985) reportaron que frente a Mazatlán se redujeron las concentraciones superficiales de Clorofila "a", debido a una suspensión casi total de las surgencias, durante el evento del "Niño" 1982-1983. En cambio un poco mas al Norte y dentro del Golfo de California, Valdéz Holguín (1986), reportó aumentos en la biomasa y productividad primaria integradas sobre la zona fótica. Sin embargo en la región Sur del Golfo el nanofitoplancton (< 20 micras) contribuyó de un 80% a 90 % en esta producción. Esta región probablemente no fue adecuada para la alimentación de la sardina crinuda, ya que el nanofitoplancton se pasa por el aparato filtrador de

cualquiera de las tres especies, debido a su tamaño (< 20 micras).

Probablemente las zonas de alimentación estuvieron restringidas a la región central del Golfo, donde el microfitoplancton (> de 20 micras) contribuyó en un 50 % a la productividad primaria (Valdéz Holguín, 1986) y donde dominó *Chetoceros* spp. (Millán Nuñez, 1986), diatomeas de células pequeñas, pero que forman grandes cadenas. Sin embargo, debe considerarse que dentro del microfitoplancton existe una fracción entre 20 micras y quizá 70 micras, que tampoco es accesible a cualquiera de las tres especies. *O. libertate* es la especie que selecciona el menor tamaño de partícula y en los contenidos estomacales las fracciones de 75 y 90 micras fueron las mas abundantes.

En pasados eventos del "Niño" también se han registrado aumentos en la captura de sardina crinuda en las costas de Sonora (Lluch Belda, et al., 1986). Posiblemente la reducción de las areas de alimentación a las costas de Sonora sea algo común durante estos eventos. Baumgartner et al. (1985) basados en registros fósiles de diatomeas y silicoflagelados en los sedimentos laminados en la cuenca de Guaymas, llegaron a la conclusión de que al menos en esta area aumenta la productividad primaria durante los eventos del "Niño". A similar conclusión llegaron Lara-Lara et al. (en prep.)

basados en datos de clorofila a y productividad primaria.

Lara-Lara et al. (en prep.) proponen la hipótesis de que durante los periodos de "no Niño" la principal ruta del carbono orgánico en el Golfo de California es a través de la vía pelágica, en cambio durante los años "Niño" la principal ruta del carbono es hacia el bentos, debido a que falla el pastoreo selectivo del zooplancton sobre el microfitoplancton, produciéndose un exceso de biomasa fitoplanctónica que se precipita hacia el bentos. La mayor abundancia de sardina crinuda en las costas de Sonora durante eventos del "Niño" es una evidencia contradictoria a la hipótesis de Lara-Lara et al. (en prep.). O. libertate, que posiblemente es la especie mas abundante de sardina crinuda en el Golfo de California, (este trabajo; Comas, 1976; García Coll, 1978), por su condición de fitófaga puede constituir una importante ruta de carbono hacia la zona pelágica durante los fenómenos del "Niño", al menos en las costas de Sonora. Sin embargo, como se observó en este trabajo, el aparato filtrador de O. libertate retiene solo partículas grandes del fitoplancton (aproximadamente mayores de 70 micras). Probablemente la hipótesis de Lara-lara et al. (en prep.) sea válida solo para la fracción de fitoplancton menor de 70 micras. La mayor densidad de registros fósiles de diatomeas y dinoflagelados durante eventos del "Niño" reportada por Baumgartner et al (1985), solo fue documentada sobre la fracción de 20 a 60 micras, mencionándose que en esta fracción

de tamaño las especies estaban mejor representadas que en la de 60 micras.

Fecundidad

Por lo general la fecundidad en peces varia considerablemente entre individuos de la misma longitud, peso o edad (Bagenal y Braum, 1968; Batts, 1972; Emery y Brown, 1978). Lo observado en O. libertate y O. bulleri coincide con esta aseveración general. Esta variabilidad debe ser considerada en futuros estudios de fecundidad, especialmente en la estimación del número medio de óvulos desovados/gr/hembra; el cual es usado en la evaluación de la biomasa de los reproductores por el método de producción de huevos (Parker, 1980). Uno de los supuestos de este método es que la fecundidad es directamente proporcional al peso; aun cuando esto fue cierto en O. libertate y O. bulleri (el análisis de varianza de la regresión demostró relaciones significativas) los bajos valores del coeficiente de determinación, especialmente en O. bulleri, indican que el peso solo explica un bajo porcentaje de la variabilidad de fecundidad. La aplicación de análisis multivariados para las estimaciones de fecundidad podrían ser mas útiles.

Debido a esta variabilidad de la fecundidad, el tamaño de

la muestra y una selección sesgada de las hembras podrían producir estimaciones irreales.

Para O. libertate Torres Villegas et al. (1985) calcularon la fecundidad relativa en 652 óvulos por gramo de peso libre de gónadas, bajo el supuesto de que todos los óvulos en la moda de diametro ovular mas avanzada son desovados. Con base a los datos de Paez Barrera (1976) la fecundidad relativa se calculó en 459 óvulos por gramo de peso total. Ambos resultados son mas altos que los registrados en este trabajo para O. libertate, aunque la alta variabilidad individual de la fecundidad y el escaso número de hembras examinadas en los tres estudios (de 25 a 32) podría ser la causa de las diferencias observadas.

Bagenal y Braum (1978) mencionan que cualquier cambio en el ambiente puede producir cambios en la fecundidad. Con base a esto podría arguirse que las hembras analizadas hubieran estado sometidas a diferentes condiciones ambientales en los tres estudios, sin embargo no se cuenta con la información necesaria para probar esta hipótesis.

En O. bulleri no existen antecedentes sobre estimaciones de fecundidad, pero los datos de fecundidad relativa estan dentro del mismo orden de magnitud que en O. libertate

La presencia de mas de un grupo de tamaño de ovocitos en la gónada de peces, como fue observado en O. libertate y O. bulleri en este trabajo, ha sido considerado como evidencia de que tienen varios desoves durante el período de reproducción (Bagenal y Braum, 1978). Para estimar la biomasa de los reproductores en estos peces, por el método de producción de huevos (Parker, 1980), es necesario conocer el número de óvulos que son expulsados en cada desove y la frecuencia con que esto ocurre. En otras especies se ha supuesto que el número de óvulos en el grupo de mayor diámetro es igual al número de óvulos producidos por desove (MacGregor, 1968; Laroche y Richardson, 1980). Sin embargo Macer (1974) menciona que algunos óvulos del grupo de mayor tamaño pueden no ovular y la atresia puede reducir el número de óvulos por desove. Hunter y Goldberg (1980) propusieron contar solo el número de ovocitos hidratados que se observan unas pocas horas antes del desove en la gónada de Engraulis mordax, sin embargo encontraron que solo el 7% de los ovocitos que se encuentran en el grupo de mayor diámetro no son desovados. Este porcentaje no ha sido estimado en ninguna especie de Opisthonema por lo tanto las estimaciones de fecundidad de {O. libertate y O. bulleri realizadas en este trabajo se hicieron suponiendo que todos los ovocitos en el grupo de mayor tamaño son expulsados en el desove inmediato. Si esto no fuera cierto los datos reportados serían sobrestimaciones.

El número de ovocitos vitelados de menor tamaño expresado como una estimación de fecundidad, en ningún caso fue similar a las estimaciones realizadas con el grupo de mayor tamaño. En O. libertate representaron aproximadamente un 40% de las estimaciones hechas con los óvulos de mayor tamaño, y en O. bulleri un 60%. Podría ser que algunos ovocitos no vitelados se reclutaran a los ovocitos vitelados de menor tamaño para formar un lote de fecundidad de igual magnitud que el primero. Sin embargo Paez Barrera (1976) menciona que por efecto de las primeras expulsiones (formación de cuágulos que obstruyen la irrigación sanguínea), algunos de los óvulos restantes en la gónada de Opisthonema suspenden su maduración y son reabsorbidos, de modo que el número de ovocitos en un segundo lote y el número de desoves pueden ser limitados.

Distribución espacio-temporal de las especies en el área de estudio.

Las diferencias bioecológicas entre las especies y su distribución espacial y temporal en el área de estudio (O. medirastre y O. bulleri limitadas a la zona Sur (sucesión temporal de las especies en las capturas) sugiere la existencia de diferentes hábitat en espacio y tiempo, y requerimiento específico de ellos en cuanto alimentación y reproducción. Varios antecedentes parecen confirmar que las zonas Norte y Sur, difieren en un conjunto de condiciones: Roden (1958) y

Roden y Groves (1959) reportaron eventos de surgencias al Norte de Mazatlán de Noviembre hasta Abril, con vientos dominantes del Noroeste. Hendrickx, et al (1984) encontraron un gradiente positivo de temperatura superficial de Norte a Sur en el área de estudio en Abril de 1983 y Enero de 1984, con diferencias de 2C a 3C entre ambas áreas. Además, reportaron evidencias de una surgencia en la zona Norte en Enero de 1984, que no se presentaba en la zona Sur.

Las muestras superficiales de plancton colectadas en Noviembre de 1985 en siete estaciones distribuidas en la misma área de estudio (en apoyo al proyecto "Factores de causalidad en la producción camaronera" que se desarrolla en la Escuela Ciencias del Mar, U.A.S.) permitió observar que en la zona Sur las muestras estaban dominadas por zooplancton, mientras que en la zona norte dominaba el fitoplancton. Esta distribución no sería permanente pues las muestras de plancton colectadas en Marzo y Abril de 1986 para este estudio, contenían aproximadamente igual proporción de fitoplancton y zooplancton en ambas zonas.

La dinámica de las corrientes costeras también puede diferir entre la dos zonas de pesca, debido al perfil del fondo. En la zona Norte la isóbata de 20 brazas se encuentra aproximadamente a cinco millas náuticas de la costa y en la zona Sur a 12. Debido a las surgencias probablemente la zona

Norte mantenga una alta productividad primaria durante la temporada de pesca de sardina crinuda, lo cual explicaría la presencia de una especie esencialmente fitoplanctófaga, como O. libertate. Del mismo modo, la presencia de O. medirastre y O. bulleri solo en la zona Sur podría estar ligada a la disponibilidad de zooplancton, aunque la fugacidad de ambas especies durante el período de estudio sugiere que son sensibles a cambios en otras variables (temperatura; estabilidad de la columna de agua).

Las incursiones de O. libertate a la zona Sur podría estar ligada al aumento local del fitoplancton, sobre lo que existen antecedentes; Cisneros Mata et al (1982) encontraron una alta correlación entre el monto de la captura de sardina crinuda y la proporción de diatomeas en muestras de plancton colectadas en los sitios de pesca de la zona Sur. Si bien estos autores no identificaron la especie, posiblemente se trató de O. libertate, si se extrapolan los resultados de este estudio, donde O. libertate fue la especie mas constante en la temporada de pesca.

Parrish et al (1981) mencionan que los peces pelágicos de la Corriente de California evitan desovar en áreas de intensas surgencias, probablemente para evitar la deriva de sus productos reproductivos hacia mar afuera, lo cual puede ser mas desfavorable para la sobrevivencia de las larvas porque el

hábitat cambia mas drásticamente en dirección mar afuera que a lo largo de la costa. Lasker (1975) menciona que las areas de mayor intensidad de surgencias son desfavorables para las larvas de primera alimentación de anchoveta norteña, porque no permite la formación de parches de alimento en la cantidad necesaria para su sobrevivencia.

En Noviembre y Diciembre de 1984 algunos ejemplares de O. medirastre ya se encontraban en estadio 4 (predesove), por lo que su ausencia del area de surgencias de la zona Norte puede obedecer a una estrategia reproductiva. O. bulleri también se registra en la zona Sur cuando se encuentra en estadio 4 (predesove), por lo que podría tener un comportamiento similar al sugerido en O. medirastre.

Otra explicación para que la presencia de O. medirastre y O. bulleri esté limitada a la zona Sur sería que el centro de distribución de sus poblaciones se encontrara mas al Sur del area de estudio. En apoyo de esto existe la experiencia de los pescadores, quienes aseguran que la sardina "azul" (O. bulleri) la puede encontrarse durante toda la temporada de pesca frente a las costas de Jalisco y que solo aparece en la zona Sur del area de estudio en Abril o Mayo, lo cual se comprobó en este trabajo. Berry y Barret (1963) mencionan que sus colectas mas numerosas de O. bulleri provenian del Golfo de Panamá y el Golfo de Tehuantepec. Para O. medirastre existen menos

antecedentes. En este estudio se capturó en la zona Norte solo el 18 de Noviembre de 1984 y ocho días después en la zona Sur. A finales de este mes la capturas se efectuaron otra vez en la zona Norte, y ya no se registró esta especie. La posibilidad de que sus larvas deriven hacia el Sur con las corrientes superficiales, como fue discutido anteriormente, fortalece la hipótesis de que su centro de distribución es mas al Sur del área de estudio.

La distribución de O. medirastre y O. bulleri solo en la zona Sur podría ser considerada también un artificio causado por la flota pesquera ya que al inicio de cada periodo de obscuro lunar, los barcos exploran primero la zona Sur, mas cercana a Mazatlán, y se concentran en esta area, sin explorar la zona Norte, si el recurso es razonablemente abundante. Sin embargo, en Abril y Mayo de 1986 se tuvo conocimiento de que ambas zonas fueron exploradas simultaneamente por la flota pesquera, y aún asi O. medirastre y O. bulleri solo aparecieron en la zona Sur. Por lo anterior parece ser que la distribución de las especies, como se reporta en este trabajo, es un hecho real y no un artificio causado por la preferencia de los pescadores por las areas de pesca.

Los resultados muestran que las tres especies de Opisthonema del Pacífico Mexicano tienen diferentes características bioecológicas las cuales probablemente se

complementan entre sí para formar la serie adaptativa de las especies que les permite diferir en las condiciones ambientales donde obtienen el óptimo éxito reproductivo. En el Golfo de California probablemente O. libertate sea la especie que tiene un mayor éxito reproductivo debido a sus características bioecológicas, como son: la alimentación de los adultos en las áreas de surgencias de invierno y primavera en la costa oriental del Golfo, y el acople de su período de desove con el cese de estas surgencias que pueden ser desfavorables para la sobrevivencia de las larvas (Lasker, 1975). La deriva de sus larvas hacia la costa occidental del Golfo donde se registran surgencias de verano (Badan Dagon et al., 1985) podría ser desfavorable según el criterio de Lasker (1975); sin embargo estas son de menor intensidad que las de la costa oriental. Además, es posible que cuando las larvas lleguen hasta la costa occidental ya hayan pasado su período mas crítico. Las larvas mas abundantes registradas por Gil Hernández (1982) en la costa occidental fueron de 6.75 mm, y Vera Alejandre (1985) reportó que la mayor mortalidad de larvas de O. libertate se presenta entre 4.0 mm y 5.5 mm.

Validéz específica de las características bioecológicas.

Para la taxonomía tradicional, los caracteres merísticos y las características bioecológicas serian suficientes como para clasificar a nivel específico a las tres formas de Opisthonema.

Sin embargo López Lemus (1986) comparó las tres especies por medio de un análisis electroforético de 20 aleloenzimas y no encontró diferencias fijadas en los alelos, ni diferencias significativas en las frecuencias alélicas, concluyendo que se trata de una sola especie con tres morfotipos. Una clasificación taxonómica de este tipo supone que no existe aislamiento reproductivo entre los morfos. Sin embargo, el aislamiento reproductivo es sugerido por los ciclos de reproducción, ya que O. medirastre desova en el invierno y no es posible que tenga intercambio genético con O. libertate y O. bulleri que desovan en verano.

Esta contradicción se explicaría si las especies fueran de reciente origen, ya que la divergencia electroforética es probablemente un proceso dependiente del tiempo (Corruccini et al., 1980). Si los eventos de especiación fueron de origen reciente, las diferencias en las frecuencias de las aleloenzimas entre las especies pueden ser leves. Pequeñas diferencias genéticas entre verdaderas especies de peces ya han sido reportadas (Avise et al., 1975; Johnson, 1975; Kornfield et al., 1982; Kirkpatrick y Selander 1979) aunque en todos los casos las diferencias han sido estadísticamente significativas.

La similitud de las frecuencias alélicas entre las tres especies reportada por López Lemus (1986) también puede ser debido a limitaciones del método de electroforesis.

Probablemente el número de loci analizados no sean suficientes para detectar las diferencias entre las especies. Por ejemplo, suponiendo que las tres especies difieren en solo el 5% de sus genoma (diferencias de este orden de magnitud son reportadas en poblaciones de truchas aisladas reproductivamente, Ryman et al., 1979; Ferguson y Mason, 1981) entonces la probabilidad de no detectar las diferencias con 20 loci analizados es de 35.8% (0.95 elevado a la potencia de 20).

Otra limitación del análisis por electroforesis parece residir en que los resultados pueden variar dependiendo de las enzimas que se consideran, o del tratamiento estadístico de los datos. Vrooman et al. (1981) basados en un análisis de electroforesis encontraron que las tres subpoblaciones de la anchoveta norteña (Engraulis mordax) separadas por caracteres morfométricos y merísticos (McHughes, 1951) también se podían separar por diferencias genéticas. Sin embargo Hedgecock (1984) reanalizó los datos de Vrooman et al. (1981) eliminando un alelo raro por su "invalidéz estadística" y no encontró diferencias significativas entre la tres subpoblaciones, a pesar de que la subpoblación del Norte desova en el verano y las del centro y Sur desovan en invierno y primavera. Posteriormente Hedgecock (1984) analizando solo muestras de la población central encontró diferencias significativas entre

ellas y lo atribuyó a la presencia de ejemplares desovadores de verano y otoño en la misma subpoblación.

Suponiendo que la similitud genética entre las tres especies se deba solo a un reciente origen o a limitaciones del método de electroforesis, entonces por el ciclo de reproducción *O. medirastre* puede ser considerada como una verdadera especie, pero no así *O. libertate* y *O. bulleri*, que desovan simultáneamente y podrían tener un intercambio genético. La formación de cardúmenes monoespecíficos cuando los ejemplares se encuentran en estadios de predesove puede constituir una barrera para el flujo genético entre *O. libertate* y *O. bulleri*; sin embargo algunos cardúmenes capturados en Mayo de 1986 contenían a las dos especies, aunque la dominancia de una de las dos siempre fue notable. Si *O. libertate* y *O. bulleri* fueran capaces de cruzarse entonces podrían constituir una especie con dimorfismo trófico, ya que ambas difieren en la morfología del aparato filtroalimentador lo cual se refleja en diferencias en la alimentación.

El polimorfismo trófico se ha reportado en peces cíclidos (Sague y Selander, 1975; Kornfield et al., 1982) y en godeidos (Turner y Grosse, 1980). Kornfield et al. (1982) menciona que el polimorfismo trófico puede ser una estrategia evolutiva alternativa y que los mecanismos que controlan el origen de

este polimorfismo pueden ser la disponibilidad de recursos, la flexibilidad anatómica y/o la competencia.

Clasificar las tres formas bioecológicas de Opisthonema como morfotipos es tan especulativo como clasificarlas especies independientes, debido a que no se puede establecer con certeza si existe o no el aislamiento reproductivo. Si bien forma definitiva de resolver este problema sería el apareamiento y obtención de progenie fértil de las formas bioecológicas en laboratorio. El conocimiento detallado de sus aspectos ecológicos en todo el rango de distribución también arrojaría mucha luz en ese aspecto y se visualiza como mas factible. Independientemente de la conclusión a la que se pueda llegar en un futuro, es necesario que las especies se consideren como tres efectivos independientes, para fines de la administración de sus pequerías.

CONCLUSIONES

1.- Los caracteres merísticos y las características bioecológicas apoyan la hipótesis de que realmente existen tres especies de Opisthonema en las costas de Sinaloa.

2.- Las tres especies de sardina crinuda reportadas para el Pacífico Mexicano (Berry y Barret, 1963) pueden ser diferenciadas por el número de branquispinas ceratobranquiales en relación con la longitud estándar, pero los ejemplares deben de provenir de áreas pequeñas.

3.- El color de los ejemplares tiene validez específica y coincide con el conocimiento empírico de los pescadores.

4.- En la zona Sur de Mazatlán solo se capturan ejemplares adultos de las tres especies, aunque en tiempos diferentes. O. medirastre es mas abundante en Noviembre y Diciembre, O. bulleri en Abril o Mayo y O. libertate puede aparecer durante toda la temporada de pesca cuando las otras especies no se encuentran o son poco abundantes.

5.- En la zona Norte de Mazatlán se capturan juveniles y adultos de O. libertate y no se registran las otras dos especies.

6.- Probablemente el centro de distribución de O. medirastre y O. bulleri se encuentre mas al Sur del área de estudio.

7.- En O. libertate las hembras son mas grandes y de mayor peso que los machos. Este dimorfismo sexual no se presenta en O. medirastre ni en O. bulleri.

8.- Los ejemplares adultos de las tres especies diferieron en longitud estándar media. Las tallas mas grandes se registraron en O. bulleri y las más pequeñas en O. medirastre.

9.- O. medirastre desova en el invierno, en cambio O. libertate y O. bulleri desovan en el verano.

10.- En el verano se observa una deriva de larvas de Opisthonema con la corriente superficial que se dirige hacia el Norte por la costa oriental del Golfo y después gira hacia la costa occidental enfrente de Guaymas.

11.- Las tres especies presentan diferencias morfológicas en su aparato filtroalimentador (en la longitud del espacio interbranquispinal), lo cual se refleja en diferencias alimenticias.

12.- Durante los eventos del "Niño" es posible que las áreas de alimentación de sardina crinuda se concentren en las costas de Sonora, produciendo una mayor disponibilidad local de este recurso en esta región.

13.- En las costas de Sonora, durante los eventos del "Niño", las fracciones del plancton mayores de 70 micras pueden ingresar a la ruta pelágica del carbono orgánico vía O. libertate, sin que esto altere la posibilidad de la ruta bentónica de la fracción menor de 75 micras (Lara Lara, et al., en prep.).

14.- En algunos cardúmenes de O. libertate y O. bulleri pueden presentarse proporciones de sexos diferentes de 1:1, probablemente debido a migraciones diferenciales entre sexos. La proporción 1:1 se cumple cuando se integran muestras colectadas en diferentes días o localidades de pesca, indicando que esta es la proporción de sexos real en ambas poblaciones.

15.- La fecundidad individual de O. libertate y O. bulleri se correlacionan positivamente con la longitud estandar, peso total y peso evicerado, aunque es muy variable en ejemplares de la misma longitud y peso.

16.- Aunque no se pudo comprobar el aislamiento reproductivo, es indispensable que O. libertate, O. medirastre

y O. bulleri se consideren como tres efectivos de pesca independientes para fines de la administración de sus pesquerías.

RECOMENDACIONES

Es recomendable que la Dirección General de Informática, Estadística y Documentación de la Secretaría de Pesca solicite a los pescadores un registro del color de la sardina crinuda en las bitácoras de pesca, para tener un registro estadístico aproximado de la captura de cada especie (conclusión 2).

Es recomendable realizar pesca exploratoria en las costas de Jalisco para analizar la posibilidad de expandir la pesquería (conclusion 5).

Considerando los problemas técnicos que actualmente se presentan para procesar a O. bulleri como harina de pescado, es mas recomendable enlatarla, ya que tiene un mayor rendimiento debido a sus tallas mas grandes comparada con las otras especies y a que llega a las plantas sin escamas, lo cual facilita su proceso.

Para las estimaciones de biomasa de los reproductores, por los métodos de huevos y larvas de peces, se recomienda suponer una proporción de sexos de 1:1, para las tres especies (Conclusión 13).

BIBLIOGRAFIA

- Avise, J.C., J. Smith y F.J. Ayala. 1975. Adaptive differentiation with little genic change between two native California minnows. *Evolution* 29: 411-426.
- Badan Dagon, A., C. J. Koblinsky, y T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta* 8:1
- Bagenal, T.B. y E. Braum. 1978. Eggs and early life history. 165-201. En: *Methods for assessment of fish production in fresh water*. (Bagenal, T. ed.). Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Bartell, S. H. 1982. Influence of prey abundance on size-selective predation by bluegills. *Trans. Am. Fish. Soc.* 111: 453-461.
- Batts, B.S. 1972. Sexual maturity, fecundity and sex ratios of the Skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus), in north Carolina waters. *Trans amer. fish. Soc.* 4: 626-637.
- Baumgartner, T. y N. Christensen, Jr. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic

variability. J. Mar. Res. 43:825-848.

Baumgartner, T., V. Ferreira Batrina, H. Schrader y A. Soutar. 1985. A 20-year varve record of siliceous phytoplankton variability in the central Gulf of California. Mar. Geol., 64:113-129.

Berry, H. e I. Barret. 1963. Gillraker analisis and speciation in the thread Herring Genus *Opisthonema*. Inter-Amer. trop. tuna Comm. Bull. 2(VII):1-153.

Cisneros Mata, M.A., J.I. Alvarez Pedrosa, H. Ortega Casillas y G.I. Rivera Parra. 1982. Contribución al análisis de las capturas comerciales de Sardina en el puerto de Mazatlán, Sin. Memorias del Servicio Social Universitario. Escuela de Ciencias del Mar. U.A.S. 86 pp.

Colle, D. E. y J. V. Shireman. 1980. Coeficients of condition for largemouth bass, bluegill, and redear sunfish in hydrilla infested lakes. Trans. Amer. Fish. Soc. 109:521-539.

Comas, L.V. 1976. Algunos aspectos biológico-pesqueros de la sardina crinuda. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M..

- Corruccini, R.S., H. Baba, H. Goodman, R.L. Ciochon y J.E. Cronin. 1980. Non-linear macromolecular evolution and the molecular clock. *Evolution* 34: 1216-1219.
- Cushing D. H. 1981. *Fisheries Biology. A study in population dynamics.* The University of Wisconsin Press, Wisconsin. 295 pp.
- De la Campa, S. y C. Gutiérrez Hernández. 1974. Distribución horizontal de huevos y larvas de sardina monterrey y larvas de sardina crinuda y bocona, en el Golfo de California, en Abril de 1972. Sec. de Ind. y Com., Subsec. de Pesca I.N.P. Serie Científica. I.N.P/sc:2
- De la Rosa, B.N. y O.A. Pedrín Osuna. 1974. Informe del Crucero realizado a bordo del barco "Antonio Alzate" entre Punta Piaxtla, Sin. y Bahía Kino, Son., del 17 de octubre al 3 de noviembre de 1973. Prog. Invest. y Fom. Pesq. Mex. PRUD/FAO. INP/SI:1-21.
- Emery, L. y E. Brow. 1978. Fecundity of the bloater (*Coregonus hoyi*) in lake Michigan. *Trans. Am. fish. Soc.*, 107(6): 785-789.
- Ferguson, A. Y F. H. Mason. 1981. Allozyme evidence for

reproductively isolated sympatric populations of brown trout Salmo trutta L. in Lough Melvin, Ireland. J. Fish. Biol. 18: 629-642.

Gil Hernández R. A. 1982. Censo larvario y biomasa reproductora de la sardina crinuda Opisthonema libertate. Golfo de California, Verano de 1977. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Univ. Nat. Autón. Méx.

Granados Callegos, J.L. y R.A. Schwartzlose. 1974. Corrientes superficiales en el Golfo de California. En: Memorias del V Congreso Nacional de Oceanografía. Escuela de Ciencias Maritimas del Instituto Tecnológico de Monterrey, Guaymas, Son.

Granados Guzmán, A. y S. Alvarez Borrego. 1983. Variabilidad de temperatura en la Bahía de la Paz, B.C. Ciencias Marinas, 9(2): 133-141.

García Coll I. 1978. Determinación de edad y ritmo de crecimiento de la sardina crinuda (Opisthonema libertate Gunther, 1968) en la región de Guaymas, Sonora. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Univ. Nat. Auton. de Mex.

- García Gómez, H. y D. Molina. 1986. Edad y crecimiento de la sardina crinuda de la zona de Guaymas. Ciencia Pesquera. Inst. Hal. Pesca. Sria. de Pesca. México (5): 17-31.
- Gutiérrez, C. y M. A. Padilla. 1974. Distribución de huevos y larvas de sardina monterrey y larvas de sardina crinuda, en el Golfo de California, 1973. I.N.P./S.C.; 5: 1-19.
- Hamann, H. G. 1985. El desarrollo del aparato filtrador en sabalo americano (Alosa sapidissima), un pez planctívoro: un estudio preliminar. Ciencias Marinas 11 (3): 5-20.
- Hedgecock, D. 1984. introduction, p 3-5 . En: Identifying fish subpopulations, Proceeding of a California Sea Grant Workshop. Ed. Dennis Hedgecock. California Sea Grant College Program. Institute of marine resources, University of California, La Jolla. 51 pp.
- Hendrickx, M., A. M. Van Der Heiden, y A. Toledano Granados. 1984. Resultados de las campañas SIPCO (Sur de Sinaloa, México) a bordo del B/O "El Puma". Hidrología y composición de las capturas efectuadas en los arrastres. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Hal. Autón. México 11 (1): 107-122.

Holguín Quiñones, O. E. 1976. Catálogo de especies marinas de importancia comercial en B. C. Sur, I.H.P; Estación de Investigaciones Pesqueras, La Paz, B. C. Sur.

Hunter, S. R. y S. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, Engraulis mordax. Fish. Bull. 7 (3): 641-652.

Johnson, M. S. 1975. Biochemical systematics of the atherinid genus Menidia. Copeia 1975: 662-691.

Kirkpatrick, M. y R. K. Selander. 1979. Genetics of speciation in lake whitefish in the Allegash Basin. Evolution 33 (3): 478-485.

Klinbeil, R. A. 1978. Sex ratios of the northern anchovy, Engraulis mordax, off Southern California. Calif. Fish. and Game 64 (3): 200-209.

Kornfield, I., D. Smith, y P. S. Gagnon. 1982. The ciclid fish of Cuatro Ciénegas, México: Direct evidence of conspecificity among distinct trophic morphs. Evolution 36 (4): 658-664.

Lara Lara, J. R., E. Valdéz Holguín, C. Bazán Guzmán y J. L. Lara Osorio. (en preparación). Primary productivity

in the Gulf of California during 1983-1985: The ENSO effects. Sometido a Journal of Geophysical Res.

Laroche, J. L. y S. L. Richardson. 1980. Reproduction of northern anchovy Engraulis mordax off Oregon and Washington. Fish. Bull. U.S. 78: 603-618.

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

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

López Lemus, L. G. 1986. Genetic relationships of the different morphotypes of the clupeid fish Opisthonema spp., in the West coast of California and Gulf of California. Annual Conference CalCOFI, Program y Abstracts.

Macer, C. T. 1974. The reproductive biology of the horse mackerel Trachurus trachurus L. in the North Sea and English Channel. J. Fish. Biol. 6: 415-438.

- MacGregor, J. S. 1968. Fecundity of northern anchovy, Engraulis mordax Girard. Calif. Fish Game 54: 281-288.
- McClugh, J. L. 1951. Meristic variations and populations of northern anchovy (Engraulis mordax). Scripps Inst. Oceanogr. Bull., 6 (3) 123-160.
- Nee, L. D., A. Ramirez Flores, F. Flores Verdugo y F. Gonzalez Farías 1985. Coastal upwelling and fertility of the Southern Gulf of California: Impact of the 1982-1983 ENSO event. Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter 31:9-10.
- Millán Muñoz, E. 1986. Distribución y composición del fitoplancton en el Golfo de California, durante 1982-1984. Tesis de maestría en ciencias. CICESE.
- Hoser, H. G., E. H. Ahlstrom, D. Kramer, y E. G. Stevens. 1973. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. CalCOFI Reports XVII (1) 112-128.
- Nevarez Martínez M. O., M. C. Herrera y Cairo Lizárraga, L. Razón Zamudio y A. Aguayo Hernández. 1985. Condiciones hidrológicas durante el Fenómeno de "El Niño", 1982-1983 y su posible influencia en la abundancia de larvas de peces, en las costas del Sur de Sinaloa, Mayarit y Norte de

Jalisco. Memorias del Servicio Social Universitario.
Escuela Ciencias de Mar. U.A.S.

Páez Barrera, F. 1976. Desarrollo gonadal, maduréz, desove y fecundidad de sardina crinuda, Opisthonema libertate (Gunther) de la zona de Mazatlán, basados en el análisis histológico de la gónada. Memorias del Simposium sobre recursos masivos de México. Ensenada B.C.

Parker, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy, Engraulis mordax, spawning biomass. Fish. Bull. 78: 541-544.

Parker, R. R. 1963. Effects of formalin on length and weight of fishes. J. Fish. Res. Bd. Canada, 20 (6): 1441-1445.

Parrish, R. R., C. S. Nelson y A. Bakum. 1981. Transport mechanisms and reproductive success of fishes in the California Current. Biol. Oceanogr. 1: 175-203.

Pedrin, O. y A. Ancheita. 1976. Estadísticas básicas de la explotación de sardina en el Noroeste de México. IMP/SI : 1 79 pp.

Petersen, L. C. 1956. Observations on the taxonomy, biology,

and ecology of Engraulid and Clupeid fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 1 (5):

Pianka, E. 1982. Ecología evolutiva. Omega ed. Barcelona.

Radovich, J. 1961. Relationships of some marine organism of the Northeast Pacific to water temperatures. Calif. Dept. Fish. and Game, Fish. Bull. 12 62 pp.

Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fish. Res. Board Can. Bull. 191:382 pp.

Roden, I. G. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. Pac. Sci. 12: 21-45.

Roden, I. G. y G. W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. J. Mar. Res. 18 (1): 10-35

Rodríguez Sánchez, R. 1985. Aspectos de dinámica poblacional en apoyo a la separación de las especies del género Opisthonema por el método del índice de densidad de branquispinas. Annual Conference CalCOFI, Program and Abstracts.

- 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. CalCOFI Rep. XIX: 84-106.
- Ryman, N., F. W. Allendorf y G. Stahl. 1979. Reproductive isolation with little genetic divergence in sympatric populations of brown trout (Salmo trutta). Genetics 92: 247-262.
- Sage, D. R. y R. K. Selander. 1975. Trophic radiation through polymorphism in cichlid fishes. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 72 (11): 4669-4673.
- Schaefer, M. B. y C. J. Orange. 1956. Studies on the sexual development and spawning of yellowfin tuna (Neothunnus macropterus) and skipjack (Katsuwonus pelamis) in three areas of the Eastern Pacific Ocean, by examination of gonads. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 1 (6): 281-348.
- Secretaría de Pesca. 1983. Resultados de las investigaciones Noviembre-Diciembre de 1983 del Programa Nacional de Investigación de la Sardina. Boletín 2. 46 pp.
- Snedecor, G. W. y W. G. Cochran. 1977. Métodos

estadísticos. Cía. edit. Continental S.A., México. 703 pp.

Sokolov, V. A. y M. Wong. 1972. Investigaciones efectuadas sobre peces pelágicos del Golfo de California (Sardina crinuda y anchoveta) 1970. Program. Invest. y Fom. Pesq. Méx. PNUD/FAO. INP/SI; i1:1-20.

Sokolov, V. A. y M. Wong. 1973. Investigaciones efectuadas sobre los peces pelágicos del Golfo de California (Sardina crinuda y anchoveta) en 1971. Inst. Nal. de la Pesca. INP/SI, i2: 1-20.

Smith, P. A. y S. L. Richardson, 1977. Técnicas estándar para el estudio de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Publicación Técnica de Pesca 175: 1-100. FAO. 175: 1-100.

Squire, J. L. Jr. 1983. Warm water and Southern California recreational fishing: a brief review and prospects for 1983. Mar. Fish. Rev. April-May-June 1983, 45 : 4-6.

Stevenson, M. R. 1970. On the physical and biological oceanography near the entrance of the Gulf of California, October 1966-August 1967. Inter-Am. trop. Tunna Comm. Bull., 14(3):389-504.

- Torres Villegas, J. R., C. G. García Helgar, R. I. Ochoa Báez y V. A. Levy Pérez. 1985. Parámetros reproductivos de las poblaciones de Opisthonema libertate (Gunther) (Pisces: Clupeidae) y discusión sobre su evaluación por producción de huevos, en Bahía Magdalena, B. C. Sur, México. Inv. Mar. CICIMAR 2(2): 45-58
- Turner, B. J., y D. J. Grosse. 1980. Trophic differentiation in Ilyodon, a genus of strandwelling goodeid fishes: speciation versus ecological polymorphism. Evolution 34: 259-270.
- Valdéz Holguín, J. E. 1986. Distribución de la biomasa y productividad del fitoplancton en el Golfo de California durante el evento de El Niño 1982-1983. Tesis de Maestría en Ciencias. CICESE.
- Valencia, A. M. 1986. La pesca en Sinaloa. Aspectos mas importantes en 1985. Ciencias del Mar 8:
- Vera Alejandre, G. R. 1985. Mortalidad larval de sardinops sagax y Opisthonema libertate en Bahía Magdalena y al costa occidental de Baja California Sur, México. Annual Conference CalCOFI, Program y Abstracts.
- Vrooman, A. M., P. A. Paloma y J. R. Zweifel. 1981.

Electroforetic, morfometric, and meristic studies of subpopulations of northern anchovy, Engraulis mordax. Calif. Fish. and Game 67 (1):39-51

Wilson, K. V. 1956. A distribution free test of analisis of varianza hipotheses. Psychol. Bull. 53: 96-101

Zar, J. H. 1974. Bioestatistical analysis. Prentice-Hall, Inc. New Jersy.