



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

Unidad Académica Mazatlán

Universidad Nacional Autónoma de México



**DINÁMICA POBLACIONAL DE LAS MOJARRAS *Diapterus peruvianus* y *Eucinostomus entomelas* (PISCES: GERREIDAE) EN LA COSTA DE SINALOA, MÉXICO.**

**T E S I S**

*Que para obtener el grado académico de*

*Maestro en Ciencias*

*(Biología Marina)*

**P R E S E N T A :**

*Biól. Pesq. Clarissa Soto Ávila*

**DIRECTOR DE TESIS:** *Dr. Felipe Amezcua Martínez*

**COMITÉ TUTORAL:** *Dr. Xavier Chiappa Carrara*

*Dr. Juan Madrid Vera*

*Dr. Arturo Ruiz Luna*

*Dr. Hugo Aguirre Villaseñor*

*Mazatlán, Sinaloa Noviembre de 2006.*



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Felipe Amezcua Martínez, por su apoyo académico y personal durante el tiempo que he permanecido en el laboratorio a su cargo. Gracias por su confianza después de todo este tiempo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y al personal que labora en el instituto de Ciencias del Mar, Unidad Mazatlán, por toda la ayuda que me brindaron desde mi llegada a ésta institución, gracias por tanta amabilidad y aprecio.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la Dirección General de Estudios de Posgrado, por el apoyo económico brindado durante mis estudios de maestría.

Al M.C. Saúl Ramírez por su amistad y su asesoría para estimar el reclutamiento de las especies, eres parte importante en este trabajo.

Al Ing. Alberto Castro del Río y el M.C. David Serrano por su apoyo incondicional y el tiempo dedicado para la elaboración de los mapas contenidos en este trabajo.

A los miembros del centro de cómputo al Mat. Germán Ramírez Reséndiz, al Lic. Carlos Suárez Gutiérrez y a la Lic. Herlinda Rojas por su asesoría y apoyo en cuestiones computacionales.

Al Dr. Arturo Ruiz Luna por sus acertados comentarios sobre este trabajo, gracias por dedicarle tanto tiempo tanto al escrito como a mi formación académica. Pero sobre todo gracias por amar su trabajo.

Al Dr. Hugo Aguirre Villaseñor por ser tan objetivo en sus observaciones y por su amplia disponibilidad cuándo fuera necesario.

Al Dr. Juan Madrid Vera por dedicarle tiempo a la revisión de mi escrito y por las excelentes sugerencias y observaciones que realizó de mi trabajo. Gracias también por la gran lección recibida en esta última etapa.

Al Dr. Xavier Chiappa por sus amables comentarios sobre mi tesis, quién a pesar de la distancia mostró amplia disponibilidad de atención sobre ésta investigación.

A mis maestros Dra. Carolina Ruíz, Dr. Carlos Green, Dr. Federico Páez, Dr. Michel Hendrickx, Dr. Samuel Gómez, Dr. Hugo Aguirre, Dr. Juan Madrid, Dr. Arturo Ruíz, Dr. Jeovani Montaña y Dr. Felipe Amescua, gracias por sus enseñanzas, tiempo y dedicación.

Gracias a Natalia Medina y Margarita Cordero por su amabilidad, respeto y comprensión durante estos dos años.

A María Clara Ramírez y el Lic. Pedro Allende por las facilidades otorgadas para el uso del acervo bibliotecario, por su amistad, comprensión y sus charlas tan amenas.

Al Dr. Enrique Morales Bojórquez por su importante colaboración para la estimación de mortalidad natural. Muchas gracias por ayudarme aún sin conocerme.

A la Dra. Susana Martínez Aguilar, al Dr. Francisco Arreguín Sánchez, al Dr. Mauricio Ramírez Rodríguez y al Dr. Enrique Morales Bojórquez por permitirme utilizar el software que diseñaron para cumplir con parte de los objetivos de esta tesis, gracias por su apoyo.

A mis compañeros de la maestría María Fernanda, Luis Fernando, Julián, Armando, Febe, Sarahí, Dulce, Eric, Pablo, Juan José, Mariana, Miguel y Julio, gracias por dejarme conocerlos y disfrutar de su agradable compañía.

Gracias también a mis entrañables amigos, con quienes he aprendido a disfrutar de las delicias de la vida, gracias por dejarme formar parte de tu existencia Iván Martínez, gracias por dejarme disfrutar de tus momentos de alegría Alberto Rodríguez, gracias por tu apoyo incondicional Daniel Moreno, gracias por tu cariño y apoyo sincero Fernando Lizarraga, gracias por tu imagen amorosa Itzia Ruiz, gracias por tu paciencia Jesús Ibargüen, gracias por tus risas Eva Visauta, gracias por tu paciencia Alejandra Piñón, gracias Cristina Osuna por ser como eres conmigo y gracias a Claudia Solís, Brenda Rodríguez, Alfonso Portillo, Martín Jara, Alba Rojas y Urilú López por demostrarme que tengo más amigos que los dedos de mis manos.

Gracias a mis tíos, tías, primos, primas, abuelas y abuelos <sup>†</sup> (aunque ya no pueda disfrutar de su presencia) por toda la alegría que incorporan a mi vida, por sus risas, sus anécdotas y sus consejos, pero sobre todo gracias por tanto amor incondicional, por que se que siempre están ahí cuándo más los necesito.

Pero sobre todo gracias a ti Dios por permitirme gozar de la presencia y el apoyo de tanta gente, no tengo palabras para terminar de agradecerte que pongas en mi camino a todas las personas que haces que formen parte de mi vida, gracias por permitir que me apoyen, que me ayuden, que me comprendan y que me quieran tanto, aunque en ocasiones no me lo merezca. Gracias por darme una nueva oportunidad de vivir cada día!

A todos Muchas Gracias!!!!

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mi Familia*

*Quienes cada día que pasa me hacen sentir el gusto por vivir*

*a pesar de las adversidades que se presentan.*

*A mis padres Irma y Nicasio por ser los pilares más importantes en mi vida y  
mi fuente de inspiración.*

*A mi hermano Victor por sus consejos y su paciencia.*

*A mi hermana Brenda por su amor, cariño, y ternura oculta.*

*Para mi primo Alfredo por su fortaleza y por enseñarme que se puede luchar  
siempre.*

*Y para ti mi pequeña angelita Mariana que llenas de luz y alegría mi vida...*

*Este trabajo en el título lleva mi nombre, pero en esencia es de todos ustedes,  
los amo con todo mi corazón.*

*Clarissa Soto Avila.*

## CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- ANTECEDENTES.....	6
3.- HIPÓTESIS.....	10
4.- OBJETIVOS.....	11
5.- ÁREA DE ESTUDIO.....	13
6.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
6.1.- PROCESAMIENTO DE MUESTRAS.....	19
6.2.- ABUNDANCIA RELATIVA, VOLUMEN DE CAPTURA Y DISTRIBUCIÓN.....	19
6.3.- RELACIÓN LONGITUD-PESO.....	20
6.4.- EDAD Y CRECIMIENTO.....	21
6.5.- REPRODUCCIÓN.....	22
6.5.1.- Estadios gonadales.....	22
6.5.2.- Índices biológicos.....	23
6.5.2.1.- Índice gonadosomático.....	24
6.5.2.2.- Índice hepatosomático.....	24
6.5.3.- Longitud a la madurez sexual.....	25
6.5.4.- Fecundidad.....	26
6.5.5.- Proporción machos:hembras.....	27
6.6.- TALLA DE RECLUTAMIENTO.....	27
6.7.- MORTALIDAD.....	28
6.8.- MODELO DE RENDIMIENTO POR RECLUTA.....	31
7.- RESULTADOS.....	34
7.1.- ABUNDANCIA RELATIVA Y VOLUMEN DE CAPTURA.....	34
7.1.1.- Costa de Sinaloa.....	35
7.1.2.- Bahía de Santa María la Reforma.....	38
7.2.- DISTRIBUCIÓN.....	41
7.2.1.- <i>Diapterus peruvianus</i> .....	41
7.2.2.- <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	44

7.3.- RELACIÓN LONGITUD-PESO.....	47
7.3.1.- <i>Diapterus peruvianus</i> .....	47
7.3.2.- <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	49
7.4.- EDAD Y CRECIMIENTO.....	50
7.4.1.- <i>Diapterus peruvianus</i> .....	51
7.4.2.- <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	57
7.5.- REPRODUCCIÓN.....	60
7.5.1.- Estadios gonadales.....	60
7.5.1.1.- <i>Diapterus peruvianus</i> .....	60
7.5.1.2.- <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	62
7.5.2.- Índices biológicos.....	63
7.5.2.1.- <i>Diapterus peruvianus</i> .....	63
7.5.2.2.- <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	65
7.5.3.- Longitud a la madurez sexual.....	68
7.5.3.1.- <i>Diapterus peruvianus</i> .....	68
7.5.3.2.- <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	68
7.5.4.- Fecundidad.....	69
7.5.4.1.- <i>Diapterus peruvianus</i> .....	69
7.5.4.2.- <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	70
7.5.5.- Proporción machos:hembras.....	71
7.6.- TALLA DE RECLUTAMIENTO.....	72
7.6.1.- <i>Diapterus peruvianus</i> .....	72
7.6.2.- <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	72
7.7.- MORTALIDAD.....	73
7.7.1.- Mortalidad total (Z).....	73
7.7.1.1.- <i>Diapterus peruvianus</i> .....	73
7.7.1.2.- <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	74
7.7.2.- Mortalidad natural (M).....	75
7.7.2.1.- <i>Diapterus peruvianus</i> .....	75
7.7.2.2.- <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	78
7.8.- MODELO DE RENDIMIENTO POR RECLUTA.....	80

7.8.1.- Rendimiento por recluta para <i>Diapterus peruvianus</i> .....	80
7.8.2.- Modelo de rendimiento relativo para <i>Diapterus peruvianus</i> .....	82
7.8.3.- Rendimiento por recluta para <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	86
7.8.4.- Modelo relativo de rendimiento por recluta para <i>Eucinostomus entomelas</i> .....	87
8.- DISCUSIÓN.....	89
8.1.- ABUNDANCIA RELATIVA Y VOLUMEN DE CAPTURA.....	89
8.2.- DISTRIBUCIÓN.....	90
8.3.- RELACIÓN LONGITUD-PESO.....	90
8.4.- EDAD Y CRECIMIENTO.....	92
8.5.- REPRODUCCIÓN.....	93
8.5.1.- Estadíos gonadales.....	93
8.5.2.- Índices biológicos.....	94
8.5.3.- Longitud a la madurez sexual.....	95
8.5.4.- Fecundidad.....	96
8.5.5.- Proporción machos:hembras.....	97
9.5.- MORTALIDAD.....	98
8.6.- MODELO DE RENDIMIENTO POR RECLUTA.....	99
9.- CONCLUSIONES.....	102
10.- LITERATURA CITADA.....	103
11.- ANEXOS.....	117

## LISTADO DE FIGURAS

Figura		Página
1	Litoral de Sinaloa con las estaciones de muestreo.....	14
2	Bahía de Santa María la Reforma .....	16
3	Familias más abundantes capturadas en la costa de Sinaloa .....	35
4	Volumen de las principales familias capturadas en la costa de Sinaloa .....	36
5	Abundancia de las principales especies de mojarra capturadas en la costa de Sinaloa .....	37
6	Volumen de las principales especies de mojarra capturadas en la costa de Sinaloa .....	37
7	Abundancia de las principales familias capturadas en Santa María la Reforma .....	38
8	Volumen de las principales familias capturadas en Santa María la Reforma .....	39
9	Abundancia de las especies de la familia Gerreidae en la bahía de Santa María la Reforma .....	40
10	Volumen de las especies de la familia Gerreidae en la bahía de Santa María la Reforma .....	40
11	Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y la biomasa en gramos (b) para la especie <i>D. peruvianus</i> , durante la primavera .....	41
12	Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y la biomasa en gramos (b) para la especie <i>D. peruvianus</i> , durante el verano .....	42
13	Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y la biomasa en gramos (b) para la especie <i>D. peruvianus</i> , durante otoño .....	43
14	Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y la biomasa en gramos (b) para la especie <i>D. peruvianus</i> durante la estación de invierno .....	43

15	Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y la biomasa en gramos (b) de la especie <i>E. entomelas</i> durante la estación de primavera .....	44
16	Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y biomasa en gramos (b) de la especie <i>E. entomelas</i> durante el verano.....	45
17	Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y biomasa en gramos (b) para la especie <i>E. entomelas</i> durante otoño .....	46
18	Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y biomasa en gramos (b) de la especie <i>E. entomelas</i> durante invierno.....	46
19	Relación longitud-peso de la especie <i>D. peruvianus</i> y sus intervalos de confianza (IC).....	48
20	Intervalo de confianza para la ordenada $b_0$ y para la pendiente $b_1$ de la especie <i>D. peruvianus</i> .....	48
21	Relación longitud-peso de la especie <i>E. entomelas</i> y sus intervalos de confianza (IC).....	49
22	Intervalo de confianza para la ordenada $b_0$ y la pendiente $b_1$ de la especie <i>E. entomelas</i> .....	50
23	Análisis multimodal para la especie <i>D. peruvianus</i> .....	52
24*	Curva de crecimiento en longitud para la especie <i>D. peruvianus</i> con cuatro grupos modales (IC= intervalo de confianza).....	53
25	Curva de crecimiento en peso para la especie <i>D. peruvianus</i> con cuatro grupos modales (IC= intervalo de confianza).....	53
26	Curva de crecimiento en longitud para la especie <i>D. peruvianus</i> con diez grupos modales (IC= intervalo de confianza).....	54
27	Curva de crecimiento en peso para la especie <i>D. peruvianus</i> con cuatro grupos modales (IC= intervalo de confianza).....	54
28	Ecuación de crecimiento en longitud estimada con máxima verosimilitud para cuatro grupos modales <i>D. peruvianus</i> (IC=	

	intervalo de confianza).....	55
29	Ecuación de crecimiento en peso estimada con máxima verosimilitud para cuatro grupos modales de <i>D. peruvianus</i> (IC= intervalo de confianza).....	56
30	Ecuación de crecimiento en longitud estimada con máxima verosimilitud para diez grupos modales de <i>D. peruvianus</i> (IC= intervalo de confianza).....	56
31	Ecuación de crecimiento en longitud estimada con máxima verosimilitud para diez grupos modales de <i>D. peruvianus</i> (IC= intervalo de confianza).....	57
32	Análisis multimodal para la especie <i>E. entomelas</i> .....	58
33	Curva de crecimiento en longitud ajustada por mínimos cuadrados para la especie <i>E. entomelas</i> (IC= intervalo de confianza).....	58
34	Curva de crecimiento en peso ajustada por mínimos cuadrados para la especie <i>E. entomelas</i> (IC= intervalo de confianza).....	59
35	Crecimiento en longitud obtenido a partir del ajuste de máxima verosimilitud para <i>E. entomelas</i> (IC= intervalo de confianza).....	59
36	Crecimiento en peso obtenido a partir del ajuste de máxima verosimilitud para <i>E. entomelas</i> (IC= intervalo de confianza).....	60
37	Porcentaje de estadios de <i>D. peruvianus</i> .....	61
38	Porcentaje de estadios encontrados en <i>E. entomelas</i> .....	63
39	Índice gonadosomático (IG) y hepatosomático (IH) para la especie <i>D. peruvianus</i> .....	64
40	Gráfica de la relación entre el índice gonadosomático e índice hepatosomático de <i>D. peruvianus</i> .....	64
41	Índice gonadosomático (IG) y hepatosomático (IH) para la especie <i>E. entomelas</i> .....	66
42	Gráfica de la relación entre el índice gonadosomático e índice hepatosomático de <i>E. entomelas</i> .....	67
43	Longitud de primera madurez para <i>D. peruvianus</i> .....	68

44	Longitud de primera madurez para <i>E. entomelas</i> .....	69
45	Fecundidad para la especie <i>D. peruvianus</i> (IC= Intervalo de confianza).....	70
46	Fecundidad para la especie <i>D. peruvianus</i> (IC= Intervalo de confianza).....	71
47	Representación de la talla de reclutamiento para la especie <i>D. peruvianus</i> .....	72
48	Representación de la talla de reclutamiento de la especie <i>E. entomelas</i> .....	73
49	Representación de la pendiente de la curva de captura linealizada.....	74
50	Representación de la pendiente de la curva de captura linealizada.....	74
51	Representación gráfica de la mortalidad con respecto a los diferentes intervalos de vida de la especie.....	77
52	Mortalidad con respecto a los diferentes intervalos de vida de la especie.....	79
53	Rendimiento por recluta obtenido con $W_{\infty}$ de 1084.31 g para la especie <i>D. peruvianus</i> .....	81
54	Y/R obtenido con $W_{\infty} = 300$ g para la especie <i>D. peruvianus</i> .....	82
55	Modelo relativo de rendimiento por recluta para la especie <i>D. peruvianus</i> con relación a la tasa de explotación (E).....	83
56	Modelo relativo de rendimiento por recluta para la especie <i>D. peruvianus</i> con respecto a valores de F.....	84
57	Modelo relativo de rendimiento por recluta para la especie <i>D. peruvianus</i> con relación a la tasa de explotación (E).....	85
58	Modelo relativo de rendimiento por recluta para la especie <i>D. peruvianus</i> con respecto a valores de F.....	86
59	Y/R obtenido para la especie <i>E. entomelas</i> .....	87
60	Modelo relativo de rendimiento por recluta para la especie <i>E. entomelas</i> con respecto a valores de F.....	88

## LISTADO DE TABLAS

	Página
Tabla 1.- Estadísticas de la producción pesquera en México (INP, 2001).....	4
Tabla 2.- Lista con la posición de las estaciones que se muestrearon a lo largo de la costa de Sinaloa y dentro de la bahía de Santa María La Reforma.....	18
Tabla 3.- Descripción y clasificación de los estadios de las gónadas.....	23
Tabla 4.- Relación de la medidas biométricas encontradas para <i>D. peruvianus</i> y para <i>E. entomelas</i> .....	34
Tabla 5.- Estadios gonadales de la especie <i>D. peruvianus</i> .....	61
Tabla 6.- Estadios gonadales de la especie <i>E. entomelas</i> .....	62
Tabla 7.- Proporción M:H para las especies <i>D. peruvianus</i> y <i>E. entomelas</i> .....	71
Tabla 8.- Datos introducidos al programa GIM.....	75
Tabla 9.- Mortalidad Natural para los diferentes estadios de desarrollo de la especie <i>D. peruvianus</i> .....	76
Tabla 10.- Datos introducidos al programa GIM.....	76
Tabla 11.- Mortalidad Natural para los diferentes estadios de desarrollo de la especie <i>D. peruvianus</i> .....	76
Tabla 12.- Tasas de mortalidad natural estimadas para la especie <i>D. peruvianus</i> .....	78
Tabla 13.- Datos introducidos al software GIM.....	78
Tabla 14.- Mortalidad Natural para los diferentes estadios de desarrollo de la especie <i>E. entomelas</i> .....	79
Tabla 15.- Tasas de mortalidad natural estimadas para la especie <i>E. entomelas</i> .....	80
Tabla 16.- Datos de entrada para la segunda estimación de Y/R de <i>D. peruvianus</i> .....	81
Tabla 17.- Datos de entrada para la segunda estimación de Y/R de <i>E. entomelas</i> .....	86

## RESUMEN

En el presente estudio se analizaron los parámetros poblacionales de dos especies de mojarras (*Diapterus peruvianus* y *Eucinostomus entomelas*), a lo largo de la costa de Sinaloa y la bahía de Santa María la Reforma. Los muestreos se realizaron desde diciembre del 2001 hasta enero de 2006, se recolectaron 3156 organismos de la familia Gerreidae, de los cuales 1683 fueron de la especie *Diapterus peruvianus* y 1890 de *Eucinostomus entomelas*. La abundancia de ambas especies fue mayor durante la primavera y el verano. Su distribución fue principalmente en la bahía de Santa María. La relación longitud-peso obtenida para *D. peruvianus* fue  $Pt = 0.011 * Lt^{3.09}$  y  $Pt = 0.067 * Lt^{3.21}$  para *E. entomelas*, el tipo de crecimiento para ambas especies fue alométrico positivo, no se encontraron diferencias significativas entre hembras y machos. La distribución de tallas dentro y fuera de la bahía de la bahía de Santa María fue similar (no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre localidades de muestreo). El modelo de crecimiento de von Bertalanffy a partir del método de máxima verosimilitud fue:  $Lt = 32.35(1 - e^{-0.27(t+0.09)})$  y  $Pt = 427.95 * (1 - e^{-0.27*(t+0.09)})^{3.09}$  para *D. peruvianus* y  $Lt = 25(1 - e^{-0.45(t+0.4)})$ ,  $Pt = 229.7 * (1 - e^{-0.45*(t+0.4)})^{3.21}$  para *E. entomelas*. Se encontró una relación inversa en el índice gonadosomático (IG) y hepatosomático para ambas especies, siendo IG mayor durante la primavera, lo cuál indica que durante ésta época posiblemente ambas especies realicen su reproducción, esto se comprobó con el mayor número de hembras maduras (estadio IV) durante esta estación del año. La proporción macho:hembra para *D. peruvianus* fue 2.8:1 y para *E. entomelas* 1.66:1. La longitud a la madurez sexual ( $L_{50}$ ) obtenida fue de 18.09 cm ( $r=0.44$ ) para *D. peruvianus* y 16.3 cm ( $r= 0.76$ ) para *E. entomelas*. La fecundidad para *D. peruvianus* fue de 113,452 ovocitos por gónada, a partir de la cual se obtuvo la relación  $F=0.9 * Lt^{3.9}$ ; para *E. entomelas* la fecundidad promedio fue de 118,227 ovocitos y la ecuación talla-fecundidad obtenida fue:  $F= 0.67 * L^{4.6}$ . La tasa de mortalidad total (Z) para *D. peruvianus* y para *E. entomelas* fue 0.8485 y 0.8476 respectivamente. La mortalidad natural (M) estimada con el intervalo de tiempo gnomónico para *D. peruvianus* y *E. entomelas* fue 0.32 y 0.34. La talla de reclutamiento de *D. peruvianus* fue 15.1 cm y de *E. entomelas*  $Tr = 13.5$  cm, ambas fueron inferiores a la talla de primera madurez de cada especie. El modelo de rendimiento por recluta obtenido para *D. peruvianus* fue 143.7g/recluta y para *E. entomelas* 75.4 g/recluta, a partir de este modelo se obtuvo que ambas especies están siendo sometidas a sobre pesca, debido a que el esfuerzo aplicado actualmente es superior al rendimiento óptimo sostenible. Sin embargo debido a que durante la época de veda del camarón estas especies se reproducen y su captura principalmente es mediante redes de arrastre, se considera que parte del recurso se recupera durante este tiempo dando origen a nuevos individuos que ayuden a que estas poblaciones de peces no decaigan.

## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- Generalidades:

La importancia de estudiar los cambios que tienen las poblaciones a través del tiempo radica en que cada población tiene diversos niveles de organización, estructura propia, que se renueva y se reproduce aisladamente de otras (Csirke, 1993), por lo que para estudiar dichos cambios, es necesario recurrir a la rama de la biología conocida como *dinámica de poblaciones*, la cuál se encarga de conocer el tamaño y estructura de la población, la forma y la intensidad de los cambios que ocurren continuamente en ella, así como su renovación a través del tiempo y el espacio (King, 1995).

Es importante comprender la dinámica de un ecosistema y de sus poblaciones, para poder evaluar y proponer un correcto uso y administración de aquellas especies de peces que actualmente se explotan y representan un recurso económico potencial (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977). Para esto es indispensable tener un conocimiento taxonómico profundo de las especies, así como también conocer su ecología y biología (Aguirre-León *et al.*, 1981).

México cuenta con una extensión de litoral de aproximadamente 10 000 kilómetros y 125 lagunas costeras (representan del 30-35% de las costas de México) (Lankford, 1977), de las cuales al estado de Sinaloa le corresponden 656 kilómetros de litoral costero, y una superficie de 272,740 hectáreas de cuerpos de agua protegidas en esteros, lagunas, marismas y bahías, en donde se explotan recursos pesqueros como el camarón y la jaiba, además de varias especies de peces entre las que se encuentran las mojarras (SAGARPA, 2000). Debido a esto, resulta ser de gran importancia conocer el estado actual de las diversas poblaciones de peces, sobre todo de las que son explotadas (Ramos-Pelcastre y Amezcua-Linares, 1995).

Los sistemas lagunares estuarinos presentan diferencias con respecto al resto de los ambientes acuáticos, por ser una zona de transición, por tener una

alta productividad (que les da capacidad de soportar un gran número de organismos), y por sus amplias y rápidas variaciones en los factores ambientales, hechos que provocan que en algunas ocasiones estos sistemas se vuelvan inclementes y adversos para la biota (Thorman, 1986; Delgado-Ochoa, 1995). Sin embargo, los peces que habitan en las lagunas costeras son de gran importancia ecológica para estos ambientes, debido a que participan activamente en los procesos de transformación, conducción, intercambio, almacenamiento, regulación de la energía y de los nutrientes en el ecosistema (Ogburn-Matthews y Allen, 1993; Dame y Allen, 1996). Estos ambientes son importantes en el ciclo de vida de muchas especies, y generalmente son utilizados como zonas de crianza, así como también de refugio para organismos adultos durante su etapa reproductiva, (Blaber, 1980; Lenanton y Potter, 1987; Laegdsgaard y Johnson, 1995; Barletta-Bergan *et al.*, 2002; Barletta *et al.*, 2003). La disponibilidad de alimento en estas áreas favorece el desarrollo larvario y el crecimiento de peces juveniles (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985). Debido a esto, varios investigadores resaltan la importancia de los ecosistemas costeros para las pesquerías marinas, ya que gran parte de los desembarques alrededor del mundo se realiza con especies que emplean gran parte de su vida en estos ecosistemas (Pauly, 1988; Pauly y Yáñez-Arancibia, 1994; Barletta *et al.*, 1998).

Por otro lado, es importante señalar que la plataforma continental representa una fuente de recursos pesqueros que ofrecen una opción alimentaria a corto plazo (Allen y Barker, 1990; McHuch, 1985), razón por la cuál es necesario tener un conocimiento integral de esta área, ya que se capturan regularmente un considerable número de especies de peces para consumo humano directo (Madrid-Vera, 1990), con volúmenes significativos que son accesibles a redes de arrastre (Amezcu-Linares, 1985).

La mitad de la producción pesquera nacional se basa principalmente en tres pesquerías: la de los peces pelágicos menores (sardinas y anchovetas), la de los túnidos (atunes, barriletes y bonitos) y la del camarón. En cuarto lugar, se ubica la

pesquería de *escama* que incluye una gran cantidad de especies (mojarras, huachinangos, meros, lisas, lenguados, entre otros), las cuales aportan un enorme volumen al total nacional. El precio de estas especies varía dependiendo de la categoría comercial a la que pertenecen, sin embargo, su valor está muy por debajo que el de los productos como el camarón y el atún (Espino-Barr *et al.*, 2003)

Dentro de las especies de escama que se capturan en México, las mojarras (Familia Gerreidae), ocupan un lugar importante, ya que las capturas de éstas especies son similares al volumen total de camarón aprovechado en esta área (Tabla 1) (INP, 2001). A pesar de esta importancia, los estudios que se han analizado para estas especies son escasos.

Tabla 1.- Estadísticas de la producción pesquera en México (INP, 2001).

<b>Especie</b>	<b>Porcentaje</b>
Sardina	34
Túnicos	9
Camarón	7
<b>Mojarra</b>	<b>6</b>
Calamar	4
Ostión	4
Tiburón y Cazón	2

Las mojarras (Familia Gerreidae) comprenden 7 géneros y 40 especies distribuidas en aguas marinas y estuarinas de los mares cálidos del mundo (Nelson, 1994). En México se reportan un total de 5 géneros y 21 especies, de las cuales 11 se encuentran en el golfo de México y el Caribe, y 10 en el Pacífico (Tapia-García y Ayala-Pérez, 1997; Cruz, 1988; Amezcua-Linares y Yáñez-Arancibia, 1980; van der Heiden, 1987).

Habitán la región infralitoral y bentónica, se localizan en playas y pozas de marea, sobre sustratos coralinos y entre los arrecifes; con mayor frecuencia se distribuyen en lagunas salobres sobre fondos someros, arenosos o fangosos y en ocasiones pueden invadir ríos, ciénegas y lagunas de agua dulce (Amezcu-Linares, 1996).

Dos de las especies de mojarra mayormente representadas en las capturas tanto de los sistemas lagunares como a lo largo de la costa de Sinaloa son *Eucinostomus entomelas* (Zahuranec, 1967) y *Diapterus peruvianus* (Cuvier y Valenciennes, 1830) (Moreno-Flores, 2004; Martínez-Tovar, 2006; Amezcua *et al.*, 2006), sin embargo, el conocimiento sobre su biología y parámetros poblacionales son escasos (Aguirre-León *et al.*, 1981) por lo que en este estudio se pretende evaluar el estado actual de dichas poblaciones, y a su vez proponer criterios sobre el manejo y conservación de estos recursos pesqueros.

## 2.- ANTECEDENTES

### 2.1.- Distribución y abundancia

Aguirre-León *et al.*, (1981) encontraron que las especies mejor representadas en abundancia numérica para la Laguna de Términos fueron en orden de importancia: *Gerres cinereus*, *Eucinostomus melanopterus*, *Diapterus evermanni* y *Diapterus plithostomus*, otras utilizaron el estuario como área de crianza (*Eucinostomus argenteus*, *Diapterus rhombeus* y *Eugerres plumieri*), y solamente *Eucinostomus gula* fue un residente permanente.

Pérez-Mellado (1985), evaluó la ictiofauna acompañante de camarón en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, y obtuvo que las especies del género *Eucinostomus* son muy abundantes dentro de las capturas; Amezcua-Linares (1985) evaluó los recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras a lo largo de la costa del Pacífico y concluyó que *Eucinostomus gracilis* presentó un potencial pesquero susceptible de ser integrado a una explotación pesquera.

Mussot-Pérez (1986) analizó la composición y abundancia de las larvas de peces del Sistema Lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, y obtuvo que las larvas de la familia Gerreidae se presentaron en todo el ciclo de muestreos, incrementándose durante la época de lluvias, en la cuál existió una mayor actividad de desove, hecho por el cuál supuso que estos organismos utilizan el sistema como área de crianza. Otro estudio realizado en los sistemas lagunares-estuarinos del Pacífico de México, estimó que dentro de las familias con mayor riqueza específica se encuentra la familia Gerreidae, y las especies que por su abundancia y frecuencia se manifestaron como dominantes fueron: *D. peruvianus*, *Eucinostomus melanopterus* y *Eugerres plumieri* (Torres-Orozco, 1994).

Delgado-Ochoa (1995) analizó la distribución y abundancia de los peces de la familia Gerreidae en el sistema estuarino-lagunar El Ermitaño, ubicado en Jalisco, México; y encontró que las especies más abundantes fueron: *Diapterus*

*peruvianus*, *Gerres cinereus* y *Eucinostomus entomelas*, y concluyeron que estos organismos utilizan el sistema como una zona de crianza y alimentación.

Tapia-García *et al.*, (1998) determinaron la composición y distribución de la ictiofauna en la laguna del Mar Muerto, ubicada en el Pacífico, y reportaron la presencia de las siguientes especies de la familia Gerreidae dentro de sus capturas: *D. aureolus*, *D. peruvianus*, *E. curranii*, *E. Dowi*, *E. Gracilis*, y *Gerres cinereus*, de las cuales la especie *D. peruvianus* fue la que tuvo la más amplia distribución en la laguna.

Gerson-Araujo y Alcantara-Santos (1999) analizaron la distribución y el reclutamiento de las mojarras en el margen continental de Brasil, y encontraron que *Diapterus rhombeus* y *Gerres aprion* contribuyeron aproximadamente con el 95% del total de mojarras capturadas, así como también que hay más abundancia de especies durante el otoño y lo cuál lo atribuyen a un decremento de la temperatura, una salinidad estable y a la transparencia.

Matheson y Gilmore (1995) encontraron que el patrón de distribución de las mojarras en su fase juvenil se caracteriza por que utilizan las lagunas litorales como áreas de crianza y alimentación, que al crecer emigran al mar para reproducirse y que algunas residen en las orillas de las zonas arenosas o lodosas y en profundidades de hasta 25 brazas.

## **2.2.- Parámetros poblacionales**

Rueda y Santos-Martínez (1999), analizaron la dinámica poblacional de la mojarra *Eugerres plumieri* en Santa Marta, Colombia, en dicho estudio se determinó que la más alta biomasa se presentó durante los meses de septiembre a noviembre; que su distribución estuvo determinada por el desplazamiento de la población durante las épocas de secas y lluvias hacia las áreas cercanas a los ríos y el mar; el ciclo reproductivo de la especie fue anual y se presentaron organismos maduros durante todo el año, con picos durante la época de secas, los parámetros de crecimiento obtenidos fueron:  $L_{\infty} = 41.2$  cm,  $k = 0.32$  año<sup>-1</sup>, y concluyeron que

la especie puede estar siendo sobreexplotada, y recomendaron que el esfuerzo pesquero y la longitud de primera captura sea reducido.

Ayala-Pérez *et al.*, (2001) realizaron un estudio para determinar la distribución, abundancia y parámetros poblacionales de la mojarra *Diapterus rhombeus* en la laguna de Términos, y concluyeron que la especie utiliza la laguna con fines alimenticios y de crecimiento, pero muy probablemente la maduración y reproducción la desarrollen en la plataforma continental adyacente.

### **2.3.- Reproducción**

Austin (1971) realizó un estudio para la especie *D. rhombeus* en Puerto Rico, en el cuál obtuvo que la edad de primera madurez varió entre los once y trece meses, y que su dieta principalmente consistió en plantas, pelecipodos, crustáceos y poliquetos.

Etchevers (1977), para la especie *Diapterus rhombeus* en el área de Venezuela, obtuvo que la especie presenta dos picos en sus desoves uno entre abril y junio y otro entre septiembre y noviembre, así como también determinó que la talla de madurez sexual para machos y hembras fue de 115 mm y 125 mm respectivamente.

### **2.4.- Alimentación**

Aguirre-León y Yáñez-Arancibia (1984) analizaron la taxonomía, biología, ecología y dinámica trófica de las mojarras de la Laguna de Términos, y encontraron siete especies presentes: *E. gula*, *Gerres cinereus*, *E. argenteus*, *E. melanopterus*, *D. rhombeus*, *D. auratus* y *Eugeres plumieri*, de las cuales *E. gula* fue la mejor representada en abundancia, biomasa y frecuencia, además mencionaron que el espectro trófico de las especies es muy amplio y diverso, por lo que las consideraron consumidores de primer orden, las cuales se alimentan principalmente de pequeños invertebrados bentónicos e importantes cantidades de detritus.

Chávez-Comparan y Gregory Hammann (1989) determinaron los hábitos alimenticios de dos especies de mojarra, *Gerres cinereus* y *Diapterus peruvianus* dentro de la laguna de Cuyutlán, Colima, y consideraron que ambas son omnívoras, siendo *D. peruvianus* más generalista.

Aguirre-León y Díaz-Ruíz (2000) analizaron aspectos biológicos y ecológicos de *Eugerres plumieri* en el sistema fluvio-deltaico Pom Atasta, sistema estuarino asociado a la Laguna de Términos Campeche, México, en donde concluyeron, que la especie utiliza el estuario como área de crianza, crecimiento y alimentación, así como también que su espectro trófico es muy variado siendo al menos de 11 grupos diferentes, finalmente concluyeron que es un consumidor de primer orden.

### 3.- HIPÓTESIS

El conocimiento de los parámetros poblaciones dentro de un ecosistema es importante para sentar las bases teóricas para el desarrollo de una pesquería, o para el manejo de la misma. En estudios previos se observó que las especies *D. peruvianus* y *E. entomelas* forman parte importante de las capturas incidentales de la pesca del camarón (Amezcuca *et al.*, 2006), por lo que estas comunidades son un recurso factible de ser explotado, y por tanto es necesaria su evaluación. En este sentido, se proponen las siguientes hipótesis:

1)

**H<sub>0</sub>** Habrá diferencia en la distribución de los organismos a lo largo de la costa de Sinaloa y dentro de la bahía de Santa María la Reforma con respecto a las diferentes estaciones del año (debido a los cambios climáticos que se presentan de una estación del año a otra).

**H<sub>a</sub>** No habrá diferencia en la distribución de los organismos a lo largo de la costa de Sinaloa y dentro de la bahía de Santa María la Reforma con respecto a las diferentes estaciones del año (debido a los cambios climáticos que se presentan de una estación del año a otra).

2)

**H<sub>0</sub>** La distribución de tallas a lo largo de la costa de Sinaloa y dentro de la bahía de Santa María la Reforma no será diferente, debido a la dependencia por desarrollar fases de su ciclo de vida preferentemente en el sistema lagunar.

**H<sub>a</sub>** La distribución de tallas a lo largo de la costa de Sinaloa y dentro de la bahía de Santa María la Reforma será diferente, debido a que no dependen estrictamente del sistema lagunar para desarrollar parte de su ciclo de vida.

3)

**H<sub>0</sub>** Los organismos no están siendo sometidos a una intensa actividad pesquera, por lo que posiblemente estén siendo sobreexplotados.

**H<sub>a</sub>** Los organismos están siendo sometidos a una intensa actividad pesquera y el recurso está en estado estable.

#### **4.- OBJETIVOS**

Las especies de la familia Gerreidae son un recurso abundante y con amplia distribución a lo largo de la costa de Sinaloa, así como también en sus lagunas costeras (Amezcu-Linares y Yáñez-Arancibia, 1980). Sin embargo los estudios realizados a la fecha para esta área de dos de las especies más importantes (*Eucinostomus entomelas* y *Diapterus peruvianus*) por su abundancia y volumen de captura son escasos (Moreno-Flores, 2004; Martínez-Tovar, 2006; Amezcu *et al.*, 2006). Debido a ello, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

##### **OBJETIVO GENERAL:**

Analizar diversos parámetros poblacionales (crecimiento, mortalidad, reproducción) de las especies *Diapterus peruvianus* y *Eucinostomus entomelas*, en dos diferentes áreas de estudio (El litoral de Sinaloa y la bahía de Santa María-La Reforma), a través del tiempo, durante el período de diciembre de 2001 a enero de 2006.

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- 1.- Establecer la distribución y abundancia de las especies.
- 2.- Analizar la relación peso-longitud.
- 3.- Obtener el crecimiento de las especies mediante el análisis de frecuencias de tallas.
- 4.- Determinar la mortalidad total, natural y por pesca de ambas especies.

5.- Determinar la talla de reclutamiento y la talla de primera madurez para las dos especies.

6.- Determinar la proporción de sexos, la época de desove y el tipo de desarrollo gonadal de las dos especies.

7.- Determinar la fecundidad.

8.- Ajustar los parámetros obtenidos al modelo de rendimiento por recluta de Beverton y Holt (1966).

## 5.- ÁREA DE ESTUDIO

### 5.1.- Litoral de Sinaloa

La zona costera del Estado de Sinaloa está localizada en la porción oriental de la boca del golfo de California. Esta es una región de transición oceánica compleja (Roden, 1971), que tiene gran influencia en el funcionamiento de los ecosistemas costeros de la región.

Se localiza entre los 22° 31' y 26° 56' de Latitud Norte y los 105° 24' y 109° 27' Longitud Oeste, tiene alrededor de 17,751 km<sup>2</sup> de plataforma continental (parte sumergida) y 656 km de litoral, de los cuales el 91% está en la zona de aguas del golfo de California y el 9% restante se inicia en este punto y termina en el límite con el estado de Nayarit. La superficie de la plataforma continental varía de acuerdo a la fisiografía de la costa, siendo al norte de Mazatlán angosta (25.9 km de ancho), con una depresión que marca el talud a 219.48 m de profundidad. En las zonas litorales existen abundantes barras de las lagunas costeras que se extienden mar adentro (Peraza-Vizcarra, 1986), las cuales representan alrededor de 221,600 hectáreas (INEGI, 2003)

Las corrientes superficiales varían significativamente a través de un ciclo anual, en respuesta a los cambios de intensidades y posiciones de los principales sistemas de vientos (Álvarez-Borrego y Schwartzlose, 1978). Interactúan tres masas de agua para producir una circulación local compleja: 1) Agua de la corriente de California que es fría y con una salinidad de 34.6‰, 2) Agua del Pacífico Oriental Tropical que es cálida con una salinidad promedio de 34.9‰ y 3) Agua del golfo de California, cálida y altamente salina (Stevenson, 1970). Tiene dos regiones climáticas distintas: subtropical en el norte y tropical en el sur, con una temperatura promedio anual de 25°C, precipitación de 85 mm con vientos del noroeste durante el invierno, presentándose frecuentemente tormentas tropicales (ciclones) que proceden del sur y en diferentes periodos (Martínez-Ponce y Martínez-Rivero, 2002) (Fig. 1). El tipo de marea que se presenta a lo largo de la costa del Pacífico mexicano es mixta (Moore, 1977).

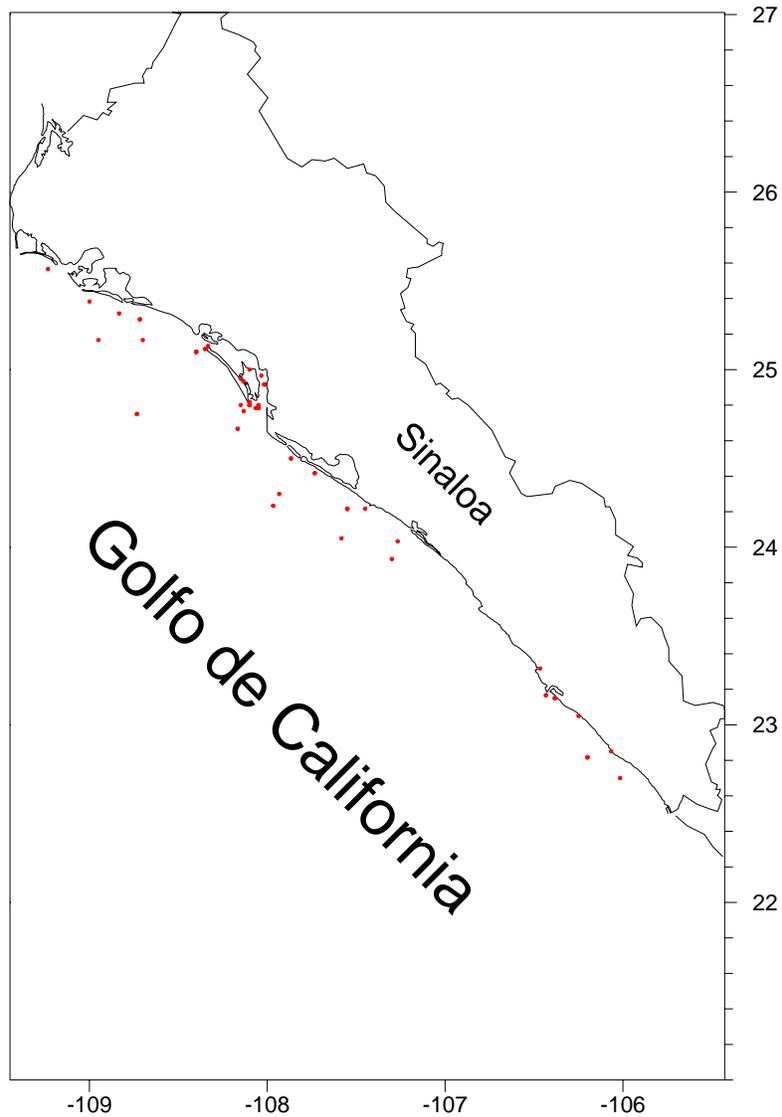


Figura 1.- Litoral de Sinaloa con las estaciones de muestreo.

## 5.2.- Bahía de Santa María la Reforma

Se localiza en la costa norte de Sinaloa, entre los  $24^{\circ} 30'$  y  $25^{\circ} 30'$  latitud norte y los  $107^{\circ} 45'$  y  $108^{\circ} 55'$  longitud Oeste. Comprende los municipios de Angostura y Navolato. Su extensión es de aproximadamente 47,000 hectáreas. Su comunicación con el mar es a través de dos bocas con más de 5km de ancho y de

12 a 17 m de profundidad, separadas por las islas Talchichitle y Altamura, las cuales juntas conforman las bahías de Santa María y la Reforma (Contreras-Espinoza, 1993). Está compuesta por un diverso mosaico de manglares, planos intermareales, marismas de agua dulce, extensas zonas salobres y marismas emergentes salobres (DOF, 2004). La profundidad máxima es de 24 m y la profundidad media es de 7 m (De la Lanza-Espino y Cáceres-Martínez, 1994).

Es el sistema lagunar más grande del estado de Sinaloa y uno de los más importantes en la región por la gran diversidad de flora y fauna silvestre (Conservación Internacional, 2003), la bahía se encuentra dentro de la llanura del Pacífico con un clima semiseco a seco muy cálido, con una temperatura media anual de 24.2° C y una precipitación promedio anual de 433.8 mm, con las mayores lluvias en verano y escasas en invierno (INEGI, 1999), Según Lankford (1977) entra en la clasificación III-A y III-C (Fig. 2).

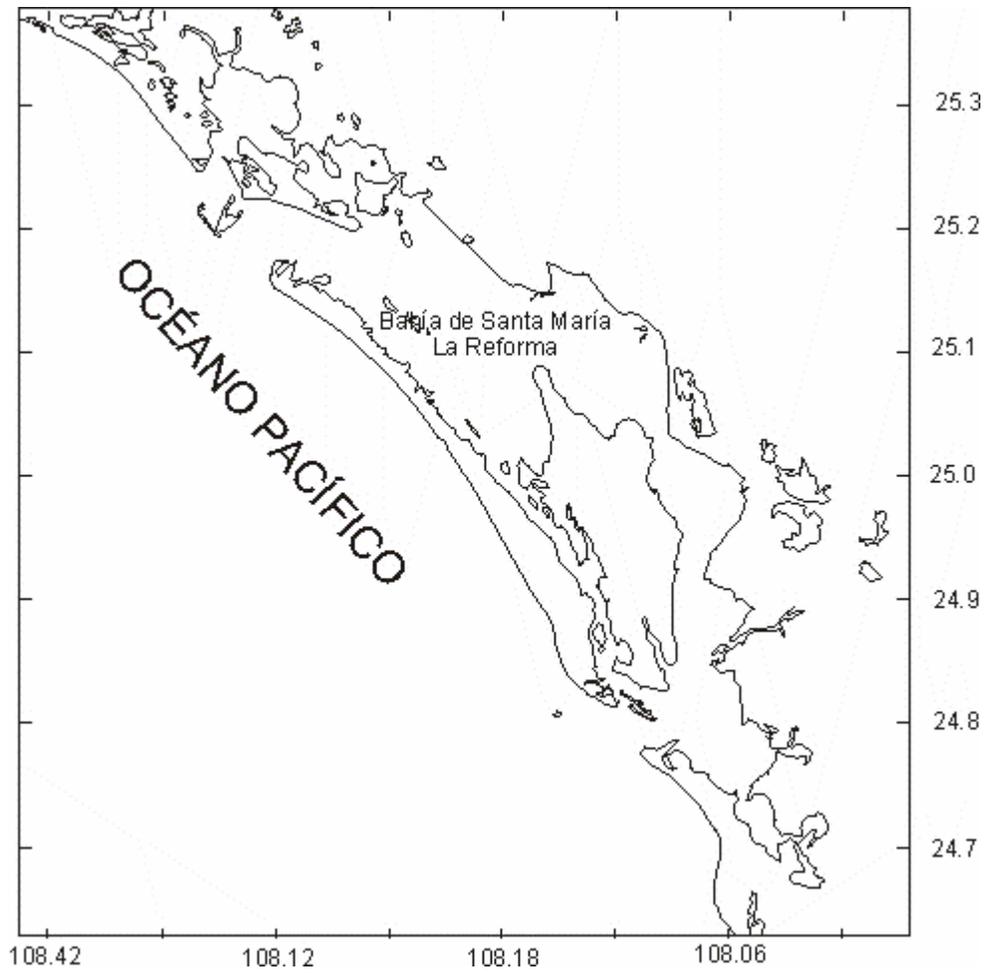


Figura 2.- Bahía de Santa María la Reforma

## 6.- MATERIAL Y MÉTODOS

Parte de las muestras para este trabajo se obtuvieron a través del programa *Operativo anual de camarón en la costa de Sinaloa*, realizado por el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP). El objetivo principal de dichos muestreos es analizar las poblaciones de camarón a lo largo de la costa del Pacífico (durante le época de veda del camarón), para lo cuál se utilizaron embarcaciones comerciales equipadas con redes de arrastre. Mediante este arte de pesca se captura además del camarón una gran cantidad de peces y otros organismos, a los cuales se les denomina *fauna acompañante de camarón* (FAC), sin embargo, para este estudio los organismos que se utilizaron fueron los peces. El período durante el cuál se analizaron las capturas comprendió desde diciembre de 2001 hasta agosto de 2004 (solamente durante las épocas de veda de camarón)

Aunado a estos muestreos, se realizaron capturas mensuales dentro de la bahía de Santa María la Reforma, al igual que para la costa de Sinaloa las estaciones fueron designadas por el Instituto Nacional de la Pesca, como parte del proyecto *camarón*. Los muestreos se realizaron desde diciembre de 2001 hasta enero de 2006, para lo cuál se utilizaron artes de pesca diferentes a la red de arrastre debido a las condiciones de accesibilidad a la bahía, estos artes fueron: la red agallera y la red suripera.

En total se obtuvieron muestras de 38 estaciones establecidas tanto a lo largo de la costa de Sinaloa, como dentro de la bahía de Santa María la Reforma (Tabla 2), sin embargo, no siempre en todas las localidades se encontraron mojarras, hecho que se contempla en los mapas de distribución de ambas especies. Los artes de pesca que se utilizaron para la captura de los organismos fueron:

- **Red de enmalle (agallera).**- Se emplea generalmente en lagunas costeras, esteros y aguas ribereñas. Mediante este arte de pesca, se logra capturar

un amplio intervalo de tallas, ya que es poco selectivo (DOF, 2004). La red agallera solamente se utilizó dentro de la bahía de Santa María la Reforma, la abertura de luz de malla utilizada fue de 2.5 pulgadas y 600 pies de largo, la red se dejó a la deriva por espacio de 10 min. durante cada estación.

- **Red suripera** .- Está compuesta de un copo o gorro, falda, relinga y tirantes que a su vez están atados a unos tangones en la lancha o panga, la cuál puede trabajar con una vela o una burra dependiendo de las características climatológicas (DOF, 2004). La luz de malla que se utilizó en este arte fue de 1 pulgada y su longitud fue de 16.4 pies. Este arte se utilizó dentro de la bahía de Santa María la Reforma, y el tiempo de operación fue de 10 min. por estación.
- **Red de arrastre (Chango)**.- Este tipo de arte se caracteriza principalmente por tener una buena eficiencia, sin embargo es poco selectiva y captura una gran cantidad de fauna acompañante (DOF, 2004). La luz de malla de la red fue de 2 pulgadas y relinga de 79 pies. El tiempo de operación fue de 1 h a una velocidad de 2 a 3 nudos. Este arte de pesca se utilizó tanto en los muestreos en altamar (épocas de veda) como en las bocas de la bahía de Santa María.

Tabla 2.- Lista con la posición de las estaciones que se muestrearon a lo largo de la costa de Sinaloa y dentro de la bahía de Santa María la Reforma.

Latitud (N)	Longitud (W)	Latitud (N)	Longitud (W)
23.08	106.42	25.17	108.67
23.17	106.03	25.20	108.58
23.25	106.63	25.22	108.55
23.28	106.72	25.25	109.22
23.37	106.33	25.28	108.22
23.42	106.12	25.28	109.17
23.53	106.78	25.28	109.58
24.05	107.45	25.30	108.12
24.08	107.97	25.33	108.09
24.37	107.75	25.33	108.17

24.37	107.92	25.33	108.25
24.38	108.62	25.37	108.17
24.47	109.20	25.53	108.03
24.50	108.55	25.53	109.38
24.55	107.50	25.55	108.22
24.70	108.22	25.58	108.25
24.83	108.45	25.62	108.05
25.00	108.17	25.63	109.00
25.12	108.28	25.95	109.38

## 6.1.- PROCESAMIENTO DE MUESTRAS

Los organismos capturados se congelaron y se trasladaron al laboratorio, en donde se identificaron las diferentes especies, mediante la clave de Fischer, *et al.*, (1995). para la identificación específica de las diferentes especies de mojarra se utilizó la clave de Bussing (1995). Posteriormente se tomaron las medidas biométricas de Longitud Total (LT) y Peso Total (PT); se disectaron los organismos y se obtuvo el peso eviscerado (PE) de cada uno de ellos; las medidas de longitud se realizaron con un ictiómetro ( $\pm 0.05$  mm) y las del peso con una balanza digital (0.1-2000 g  $\pm 0.05$ ). Posteriormente se determinó macroscópicamente el sexo de los organismos, se extrajeron las gónadas de las hembras, las cuales se pesaron y se fijaron en solución Gilson's (Anexo 1), con la finalidad de que los ovocitos se separen con mayor facilidad y su conteo sea más sencillo, los datos obtenidos a partir de estos conteos se utilizaron para determinar la madurez y fecundidad de las especies.

## 6.2.- ABUNDANCIA RELATIVA, VOLUMEN DE CAPTURA Y DISTRIBUCIÓN

Los organismos colectados se separaron por especie, se contó el número total de individuos colectados en cada sitio de muestreo y se obtuvo una relación para obtener la abundancia relativa, de cada uno de ellos mediante la fórmula:  $\%N = (N/NT) * 100$ , donde %N es el porcentaje de la abundancia relativa, N es el

número de individuos de cada especie capturada y NT el número total de todas las especies de peces capturadas, lo mismo se hizo para estimar el volumen de captura, solamente que en lugar de utilizar el número de organismos por localidad de muestreo se utilizó el peso de las diferentes especies con respecto al peso total de las especies capturadas (Ayala-Pérez *et al.*, 2001).

Contando con la información de abundancia y biomasa de las especies se elaboraron mapas de distribución temporal y espacial, tanto para *Eucinostomus entomelas* como para *Diapterus peruvianus* (Delgado-Ochoa, 1995), con ayuda del programa computacional SURFER (2002) versión 8.0 (Golden Software, 1995). Este programa solamente se utilizó para definir el mapa base, al cuál posteriormente de forma manual se le colocó la biomasa y la abundancia encontrada para cada especie en las diferentes coordenadas.

### 6.3.- RELACIÓN LONGITUD-PESO

Se estableció la relación biométrica entre la longitud (LT) y el peso (PT) por el método de mínimos cuadrados, de acuerdo a Ricker (1975) la ecuación que relaciona ambos parámetros es:

$$PT = a LT^b$$

Los cálculos de las constantes “a” y “b” se realizaron en una hoja de cálculo de Excel, a través de la cuál se obtuvo también el análisis de varianza (para saber si hay correlación entre la variable independiente y la dependiente), la prueba de los residuos (para verificar las hipótesis del modelo de regresión), la de normalidad ( $\chi^2$ ), y la de Durbin Watson (para determinar la independencia). Para corroborar que el valor de “b” (pendiente) fuera estadísticamente igual a 3 se aplicó la prueba “t”, para lo que se utilizó el valor de “b” y el valor de la desviación estándar del parámetro, posteriormente se aplicó la siguiente formula:

$$t = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Donde: X= valor obtenido

$$\bar{x} = 3$$

$\sigma$ = Desviación estándar del parámetro

$$gl = n - 2$$

Finalmente el valor calculado se compara con el de tablas y dependiendo de su valor se rechaza o se acepta la hipótesis de que el valor de “b” obtenido es estadísticamente igual o diferente de 3.

Para determinar la diferencia en las curvas de la relación longitud-peso entre machos y hembras, se realizó una prueba de curvas coincidentes, llamado también análisis de los residuos (ARSS) propuesto por Chen *et al.* (1992). Mediante este análisis se comprueba si dos curvas son o no estadísticamente diferentes. Esta misma prueba se utilizó para determinar la diferencia en la distribución de tallas de los organismos capturados dentro de la bahía de Santa María la Reforma, y a lo largo de la costa de Sinaloa.

$$F = \frac{\frac{RSS_p - \sum RSS_i}{DF_p - \sum DF_i}}{\frac{\sum RSS_i}{\sum DF_i}} = \frac{RSS_p - \sum RSS_i}{\frac{3.(K - 1)}{\sum RSS_i}} \frac{\sum RSS_i}{N - 3.K}$$

Donde

F= estadístico F con 3(K-1) y (N-3K) gl

K= número de curvas que son comparadas

N= tamaño total de la muestra

Es importante señalar que este tipo de prueba no solamente se aplica al modelo de von Bertalanffy, si no que puede aplicarse también a todos los tipos de curva que requieran ser comparadas (Haddon, 2001).

#### 6.4.- EDAD Y CRECIMIENTO

La edad de los organismos se determinó mediante frecuencia de tallas, las cuales se ajustaron a un análisis multimodal, en donde se obtuvieron una serie de modas para cada especie, cada moda presentó una media, una desviación estándar y un valor ponderado, el ajuste se realizó por el método de mínimos cuadrados (Haddon, 2001). Para saber la diferencia en el traslape entre una moda y otra se realizó una prueba “t”, con la finalidad de determinar el límite en el que puede estar distribuida cada moda, y de esta manera asignar la edad correctamente. Una vez asignadas las edades se utilizó el modelo de crecimiento planteado por von Bertalanffy (1938). Para estimar los parámetros de dicho modelo se utilizaron dos métodos de ajuste, uno fue el de mínimos cuadrados y el otro el de máxima verosimilitud (Hilborn y Mangel, 1997), la finalidad de ajustar los datos con dos métodos distintos es para obtener con cuál realiza un mejor ajuste de las estimaciones de los parámetros del modelo de von Bertalanffy, la funcionalidad de este modelo radica en que proporciona información sobre la forma de crecimiento en términos de longitud y peso de las especies, además, es el más comúnmente usado en pesquerías, ya que se ha demostrado que se ajusta al crecimiento observado de los organismos (Haddon, 2001). La ecuación mediante la cual se representa es la siguiente:

$$L_t = L_{\infty} \left( 1 - e^{-k(t-t_0)} \right) + \varepsilon$$

Donde:

$L_t$  = longitud a la edad t

$L_{\infty}$  = longitud asintótica, y se entiende como la longitud media que un pez alcanzará a una edad de máxima longevidad

k = coeficiente de la tasa de crecimiento

$t_0$  = edad hipotética a la que la especie tiene longitud igual a cero

$\varepsilon$  = Error

## 6.5.- REPRODUCCIÓN

### 6.5.1.- Estadios gonadales

La diferenciación del sexo y la madurez gonádica de las hembras se realizó utilizando el criterio de Nikolsky (1963), adaptado para la familia Gerreidae por Austin (1971) (Tabla 3). En dicha clasificación se contemplan cinco estadios de desarrollo para las gónadas, las cuales se utilizaron para estimar la fecundidad (hembras en estadio IV), longitud de primera madurez, y la proporción de organismos maduros con respecto a las diferentes épocas del año.

Tabla 3.- Descripción y clasificación de los estadios de las gónadas.

ESTADIO	DESCRIPCIÓN	OVARIO
I	Inmaduro*	Gónadas muy pequeñas, ovarios pequeños, no hay formación de oocitos (No es posible la determinación de sexo)
II	En reposo	Es posible la determinación del sexo, comienza a aparecer color rosado, se presentan aplastados y rectangulares y los oocitos aun no son visibles.
III	Madurando	Ovarios redondos y rosados, con pequeños huevecillos que se pueden ver a simple vista.
IV	Maduro	Son de color rojizo, sus paredes son delgadas y fáciles de romper, oocitos de color amarillento, se reconocen a simple vista y esta llena de huevecillos de gran tamaño.
V	Gónadas desovadas	Ovarios flácidos y traslucidos, el extremo anterior a menudo en condición madura y el extremo posterior aparentemente en condiciones de maduración, presencia de oocitos grandes sueltos, a menudo se presentan grandes vasos sanguíneos rotos.

\* Fueron considerados en el estudio como juveniles.

## **6.5.2.- Índices biológicos**

En los peces el costo de la reproducción es considerable, debido a que puede mostrar distintos modelos de almacenamiento y agotamiento de energía, por lo que muchos organismos de ambientes templados y tropicales estacionalmente acumulan energía de reserva. Para expresar ésta dinámica se han generado diversos índices, uno de ellos es el índice gonadosomático (IGS) y otro el índice hepatosomático (IHS) (Collins y Anderson, 1995). Una comparación entre estos dos índices permite estimar si existe o no una correlación entre el período reproductivo y el estado nutricional del organismo (Yoneda *et al.* 1998).

### **6.5.2.1.- Índice gonadosomático**

El índice gonadosomático describe la talla relativa del ovario y es de utilidad para indicar la época de desove de los organismos mediante sus variaciones a través del tiempo (Montreuil *et al.*, 2001).

Para realizar este análisis se pesaron las gónadas de las hembras, y posteriormente se determinó el índice gonadal relativo (IGS), debido a que el índice gonadosomático varía dependiendo del peso individual de cada pez, por lo que Legler desarrolló el índice gonadal relativo, el cuál puede ser calculado mediante la siguiente ecuación (Murphy y Willis, 1996):

$$\text{IGS} = \text{Peso de la gónada} / \text{peso eviscerado} * 100$$

### **6.5.2.2.- Índice hepatosomático**

La variación en el peso del hígado refleja procesos de almacenamiento y transferencia de proteínas y lípidos asociados con el esfuerzo reproductivo (Santos *et al.* 1996), para lo cuál se pesó el hígado y se relacionó con el peso del pez mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IHS} = \text{Peso hígado} * (\text{Peso total} - \text{Peso hígado}) * 100$$

Una vez estimados ambos índices de condición se agruparon por estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno), posteriormente en el programa Statistica (Statsoft, 2001) se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a los datos y la prueba de homocedasticidad (C de Cochran) a las variables. Cuando los índices se distribuyeron normalmente y fueron homocedásticos se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para determinar diferencias entre las medias de cada índice con respecto a diferentes épocas del año. En los casos en los que se encontró diferencia entre las medias, se aplicó la prueba Tukey para saber cuál era diferente, y por lo tanto obtener en cuál de las estaciones del año tanto el IG así como el IH presentaron su valor máximo y mínimo. Por cada estación del año se obtuvo el promedio de los valores del IG e IH y se realizaron gráficas con respecto al tiempo para ver el comportamiento de ambos índices a lo largo del año. Finalmente para determinar el tipo de relación entre el índice gonadosomático y hepatosomático, se realizó una gráfica con los promedios de ambos índices, la cuál se ajustó mediante una línea de tendencia lineal. El objetivo principal de esta gráfica era corroborar de manera visual el comportamiento de ambos índices a través del año, es decir, si el peso del hígado se ve afectado mientras que se lleva a cabo la reproducción de las especies.

### **6.5.3.- Longitud a la madurez sexual**

La longitud a la madurez sexual se define como la longitud a la cual el 50% de todos los individuos están sexualmente maduros. Para este análisis se separaron las hembras maduras (estadio IV) en intervalos de tallas de 1 cm, con la clave modificada por (Austin, 1971). Posteriormente se utilizó un modelo sigmoideal para ajustar los datos, cuya ecuación es la siguiente (King, 1995):

$$P = 1/1 + \exp [-r (LT - L_m)]$$

Donde:

P= proporción de organismos maduros a la longitud

r = pendiente de la curva

$L_m$ = longitud que corresponde a una proporción de 0.5 o 50% en condición reproductiva

LT= longitud total del organismo

De la ecuación anterior lo que nos interesó conocer es la longitud a la cuál el 50% de los organismos está en condición reproductiva ( $L_m$ ), por lo que para estimarla primeramente se obtuvo el número de organismos observados por intervalo de talla, y de estos organismos cuántos se encontraban maduros (estadio IV). Se obtuvo también su proporción, y a partir de dicha proporción se aplicó el modelo sigmoideal anteriormente mencionado, finalmente se ajustaron los valores de  $L_m$  y r por el método de mínimos cuadrados, y a partir de este ajuste se obtuvo la talla de primera madurez.

#### **6.5.4.- Fecundidad**

La fecundidad se define como el número total de ovocitos encontrados en una hembra antes del desove (Bagenal, 1978), sin embargo, algunos autores consideran que para climas tropicales, este término debe interpretarse como el número de ovocitos producidos en cada desove, debido a que existen especies que liberan los ovocitos de manera parcial, a lo que se le conoce como fecundidad parcial (Saborido y Junquera, 2003). La fecundidad varía de acuerdo a la especie, talla y estado nutricional del pez, y se considera que tiene una proporción de aproximadamente el cubo de su longitud. En este trabajo la fecundidad se determinó usando las gónadas de las hembras en estadio IV (maduras), debido a que durante esta etapa, según el criterio utilizado por Austin (1971) las gónadas se encuentran en el estado de madurez más avanzado. Primeramente, las gónadas se fijaron en fluido Gilson, esta solución que ayudo a separar los ovocitos del resto del tejido de la gónada (Bromange y Cumaranatunga, 1988). Posteriormente de un

ovario se tomaron tres submuestras (del mismo peso), una en la parte inicial, otra en la parte media y una en la parte final del mismo, se contaron los ovocitos de cada corte y se estandarizó el número de ovocitos contados por corte a un gramo. Se realizó un análisis de varianza para saber si hubo o no diferencia significativa del número de ovocitos distribuidos a lo largo de la gónada (Roseman *et al.*, 2005). Al no encontrarse diferencia significativa entre las tres submuestras se trabajó con el promedio para cada ovario y se extrapoló con una regla de tres simple al peso total de la gónada (Lagler, 1982).

Obtenido el número de ovocitos por gónada, se estimó la fecundidad de los organismos con respecto a la longitud, para lo cuál se realizó un ajuste por mínimos cuadrados. Finalmente se realizaron gráficas de esta relación (talla-fecundidad), mediante una ecuación de tipo potencial:

$$F = a L^b$$

Donde:

F = fecundidad

L = longitud

a y b = constante y exponente

#### **6.5.5.- Proporción machos:hembras**

Se obtuvo la proporción de hembras por macho (H:M) para ambas especies, a partir del número de ejemplares para los que fue posible determinar el sexo.

#### **6.6.- TALLA DE RECLUTAMIENTO**

La talla de reclutamiento (Tr) se define como la talla o edad más temprana a la que un pez puede ser vulnerable a las artes de pesca (Sparre y Venema, 1998). Para estimar Tr se agruparon los datos en intervalos de talla de 1 cm y se obtuvo su frecuencia por medio de una tabla dinámica en Excel. Posteriormente se utilizó un método de selectividad de artes de pesca propuesto por Pope *et al.* (1975) y

Jones (1976) el método es llamado *Método de copo cubierto* y con él es posible estimar la cantidad y el tamaño de los peces que se escapan del copo al cubrir esta parte de la red con otra red de malla mucho mas pequeña con respecto a la original. Debido a que no se contó con el número de peces que escapan de la red, se tomó como referencia la talla de primera madurez de cada especie. El supuesto básico que se planteó es de sentido común, ya que los peces con tallas menores tienen más posibilidades de escapar del copo y por lo tanto un mínimo porcentaje de estos va a ser retenido. Se consideró un incremento del 5% conforme aumentó la talla y se tomó como límite la talla de primera madurez (TPM), ya que después de esta talla los peces tienen posibilidades casi nulas de escapar del copo, por lo tanto, de los organismos mayores a la longitud de primera madurez solo se consideró que escapaba el 2% y se mantuvo constante hasta los ejemplares de tallas mayores.

## **6.7.- MORTALIDAD**

Para estimar la mortalidad total ( $Z$ ) se utilizó el número total de organismos (excepto los que estuvieron cercanos a la longitud máxima) y el número de organismos sobrevivientes por cada intervalo de talla para cada especie (1 cm). Este análisis se realizó a partir de una *curva de captura linealizada*, la cuál es una representación gráfica de los logaritmos naturales de los números de supervivientes en tiempos sucesivos (Pauly, 1983; Beverton y Holt, 1957; Ricker, 1975), la pendiente de dicha curva fue  $Z$  o la tasa instantánea de mortalidad (Sparre y Venema, 1991). Con la finalidad de expresar la mortalidad en términos de porcentaje se empleó la siguiente formulación matemática:  $\%Z = 100 * (1 - \exp(-Z))$ .

El exponencial de la pendiente de la curva de captura linealizada permitió estimar la sobrevivencia para cada especie ( $S$ ), la cuál se convirtió a porcentaje (la suma de la tasa de mortalidad total y la tasa de sobrevivencia deben ser del 100 %).

La tasa de mortalidad natural ( $M$ ) es la fracción de la población que se pierde por cualquier causa diferente de la actividad pesquera, tales como: la depredación que incluye el canibalismo, las enfermedades, el estrés del desove, la inanición y la vejez. En el ciclo de vida,  $M$  disminuye con la edad o talla durante los estadios tempranos y puede aproximarse a un valor asintótico en edades o tallas totalmente reclutadas a la pesquería. Caddy (1996) planteó un método para estimar la mortalidad natural a partir de las estimaciones de fecundidad, en donde se maneja el término *intervalo de tiempo gnomónico*, el cuál se refiere a la subdivisión del tiempo del ciclo de vida de la especie, estos intervalos de tiempo gnomónicos incrementan proporcionalmente desde que inicia el nacimiento. En la estimación de mortalidad natural para cada intervalo de tiempo gnomónico ( $\Delta_i$ ), se requirió información del número de estadios de desarrollo en el ciclo de vida, el tiempo transcurrido ( $t_i$ ), que comienza a partir del tiempo  $t=0$  durante el primer estadio que corresponde al primer intervalo de tiempo gnomónico ( $\Delta_i$ ), y la fecundidad promedio de las especies (MLF). La duración del segundo intervalo gnomónico se estima como  $\Delta_2 = \alpha * t_{2-1}$ , donde  $\alpha$  es una constante proporcional. Los sucesivos intervalos gnomónicos se estiman como:  $\Delta_i = (\alpha * t_{i-1}) + t_{i-1}$ , donde  $i \geq 3$  sobre el  $n$ -th intervalo gnomónico. Si las especies tienen un desove anual,  $t_n = \sum_{i=1}^n \Delta_i$ , es usualmente 365 días.

El producto de  $M_i$  y  $\Delta_i$  es constante para todos los intervalos y  $G = M_i \Delta_i$ , donde  $G$  es la proporción constante de muestra para cada intervalo.

La tasa de mortalidad natural es  $M_i = \frac{G}{\theta_i - \theta_{i-1}}$ , donde  $\theta_i = \frac{\Delta_i}{t_n}$  y representa la

duración de un intervalo gnomónico como una proporción de un año.

Morales-Bojórquez, *et al.*, (2003) desarrollaron un programa denominado **GIM** (Gnomonic Intervals Mortality) mediante el cuál se estima la mortalidad natural, para los distintos estadios del ciclo de vida de los recursos pesqueros. Este software es una modificación de la versión del método determinístico de

Caddy (1996). Mediante el cuál se estiman vectores de mortalidad para recursos con longevidad mayor a un año e incorpora incertidumbre debido a variaciones en la fecundidad. El programa tiene la capacidad de ingresar datos observados, de intervalos específicos de duración de estadios de desarrollo (aunque sin ellos también brinda resultados confiables), para calibrar las estimaciones del vector de mortalidad. Dicho programa fue construido en Visual Basic para Excel® (Morales-Bojórquez *et al.*, 2003) y es el que se utilizó para la estimación de la mortalidad natural en este trabajo.

Alternativo a la estimación de mortalidad natural ( $M$ ) a partir de los intervalos gnomónicos se realizaron otras dos estimaciones de esta tasa de mortalidad, con la finalidad de comparar el resultado obtenido con otros métodos, sin embargo, el valor de  $M$  utilizado en el análisis de rendimiento por recluta fue el que se obtuvo para los intervalos de tiempo gnomónicos. Los otros métodos para estimar la mortalidad natural fueron:

1) Método de King (1995):

$$t_{\max} = \left( -\frac{1}{K} \right) \ln \left[ \frac{1 - 0.95L_{\infty}}{L_{\infty}} \right]$$

$$M = \frac{-\ln[0.01]}{t_{\max}}$$

Donde  $K$  es la tasa de crecimiento,  $L_{\infty}$  es la longitud máxima, ambas obtenidas del modelo de crecimiento de von Bertalanffy, y  $t_{\max}$  es el tiempo requerido para que el 95% de los organismos alcancen  $L_{\infty}$ .

2) Método de Ralston (1987):

$$M = 0.0189 + 2.06K$$

Donde:  $K$  es el coeficiente o tasa de crecimiento.

Se estimó también la mortalidad por pesca ( $F$ ), a partir de la diferencia entre la mortalidad total ( $Z$ ) y la mortalidad natural ( $M$ ) obtenidas previamente. Para lo cuál se utilizó la siguiente fórmula:  $F = Z - M$ . Así mismo se obtuvieron las tasas

de explotación (E) y de extracción (HR), las cuales se derivaron de las estimaciones de Z y F, mediante las siguientes ecuaciones:

$$E = F/Z$$

$$\text{Tasa de extracción (HR)} = \left[ \frac{F}{Z(1 - e^{-Z})} \right] \times 100$$

Para obtener una estimación del nivel de explotación de las dos especies en el área de estudio, se estimó la tasa de mortalidad por pesca óptima ( $F_{opt}$ ) y el límite de la tasa de mortalidad por pesca ( $F_{lim}$ ), basado en la tasa de mortalidad natural ( $M$ ) (Patterson, 1992) con las siguientes fórmulas:  $F_{opt} = 0.5 * M$  y  $F_{lim} = (2/3) * M$ .

### **6.8.- MODELO DE RENDIMIENTO POR RECLUTA**

Con la finalidad de valorar el estado de explotación de ambas especies, se realizó un análisis de rendimiento por recluta y se aplicó un modelo relativo de rendimiento por recluta (Lleonart y Salat, 1992). Los modelos de rendimiento son en principio modelos de equilibrio, mediante los cuales se describe el estado del stock y el rendimiento, cuándo el patrón de pesca ha sido el mismo por tanto tiempo que todos los peces vivos han estado expuestos a éste, desde que fueron reclutados.

El modelo de rendimiento por recluta de Beverton y Holt plantea seis supuestos básicos, tales como: 1) El reclutamiento es constante, aún cuándo no se especifica, 2) Todos los peces de una cohorte nacen en la misma fecha, 3) El reclutamiento y la selección son instantáneos, 4) Las mortalidades, naturales y por pesca, son constantes desde el momento de entrada a la fase de explotación, 5) Dentro del stock la mezcla es completa, y 6) La relación talla-peso tiene el exponente 3 (Sparre y Venema, 1995). Sin embargo, a pesar de que en el presente trabajo no se cumplió con algunos de los supuestos del modelo, se optó por utilizarlo debido a que éste es una herramienta útil que puede reflejar resultados preliminares confiables en las poblaciones.

Primeramente se aplicó el modelo de rendimiento por recluta (Y/R), en g/recluta para ambas especies, en función de la tasa de mortalidad por pesca (F), con la finalidad de estimar el rendimiento que un individuo incorporado a la pesquería aporta a la misma, por lo que se aplicó la siguiente formula:

$$Y/R = F * \exp[-M * (T_C - T_r)] * W_\infty * \left[ \frac{1}{Z} - \frac{3S}{Z + K} + \frac{3S^2}{Z + 2K} - \frac{S^3}{Z + 3K} \right]$$

Donde:

$$S = \exp [-K*(T_C - t_0)]$$

K= parámetro de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy

t<sub>0</sub>= parámetro de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy

T<sub>C</sub>= Edad de primera captura

T<sub>r</sub>= Edad de reclutamiento

W<sub>∞</sub>= peso asintótico

F= Mortalidad por pesca

M= Mortalidad natural

Z = F+ M (Mortalidad total)

Sin embargo, para propósitos de manejo de pesquerías, es importante poder determinar cambios en la relación rendimiento por recluta para diferentes valores de F, y los valores absolutos del rendimiento por recluta no son importantes para este propósito. Debido a esto, Beverton y Holt (1966) desarrollaron un modelo relativo de rendimiento por recluta, mediante el cuál se obtiene información sobre el manejo de los recursos. Este modelo tiene la ventaja de requerir pocos parámetros y además se basa mayormente en datos de tallas más que en edades. La expresión matemática que estima el modelo relativo de rendimiento por recluta es la siguiente:

$$(Y/R)' = E * U^{M/K} \left[ 1 - \frac{3U}{1+m} + \frac{3U^2}{1+2m} - \frac{U^3}{1+3m} \right]$$

Donde:

$U = 1 - L_C/L_\infty$  = Fracción de crecimiento a ser completada después de entrar en la fase de explotación.

$$m = \frac{1 - E}{M / K} = K / Z$$

$E = F/Z$  = Tasa de explotación o fracción de muertes causadas por pesca.

Los valores de entrada necesarios para el modelo fueron:

M= mortalidad natural

K= tasa de crecimiento del modelo de von Bertalanffy

$L_\infty$  = Longitud máxima obtenida del modelo de von Bertalanffy

$L_C$  = Longitud de captura, en este caso se contempló como la longitud de captura la talla de reclutamiento.

A partir de los datos obtenidos se realizaron gráficos de esfuerzo (E) y Mortalidad por pesca (F), contra el rendimiento por recluta relativo (Y/R) los cuales se compararon con los valores de F óptimo y F límite (obtenidos en el apartado de mortalidad), para saber cuál es el esfuerzo ejercido a la pesquería y el impacto que genera sobre la misma.



## 7.- RESULTADOS

Se analizaron un total de 3156 organismos, de los cuales 1890 fueron de la especie *E. entomelas*, 207 de estos se capturaron a lo largo de la costa de Sinaloa y 1683 en la bahía de Santa María la Reforma. De la especie *D. peruvianus* se obtuvieron un total de 1266 organismos, 811 de estos se capturaron en la costa de Sinaloa y 455 en la bahía de Santa María.

Para enriquecer la base de datos se añadieron las longitudes y pesos de organismos muestreados desde diciembre de 2001, pero solamente se disectaron los correspondientes al período de enero de 2004 hasta enero de 2006, lo cuál representó un total de 621 organismos, 158 fueron de *E. entomelas* y 463 de *D. peruvianus*. La longitud total varió desde 8-38 cm para *D. peruvianus* y de 7.2-24.3 cm LT para *E. entomelas* (Tabla 4).

Tabla 4.- Relación de la medidas biométricas encontradas para *D. peruvianus* y para *E. entomelas*.

Especie	LT prom	LT min- max	PT prom	PT min-max
<i>D. peruvianus</i>	15	8-38	54.8	4.7-960
<i>E. entomelas</i>	16.6	7.2-24.3	64.5	6.8-200.6

### 7.1.- ABUNDANCIA RELATIVA Y VOLUMEN DE CAPTURA

Con la finalidad de obtener la importancia en las capturas de la familia Gerreidae se realizó la estimación de la abundancia relativa y el volumen de captura de esta familia para la costa de Sinaloa y la bahía de Santa María la Reforma.

### 7.1.1.- Costa de Sinaloa

Para este análisis se utilizaron los peces que se recolectaron durante primavera y verano, desde marzo de 2002 hasta enero de 2006, en donde se obtuvieron 13,840 organismos, lo cuál representó un volumen total de 714.95 kg. Las familias que tuvieron mayor abundancia y volumen de captura fueron: Haemulidae, Sciaenidae, Gerreidae, Synodontidae, Centropomidae y Carangidae. Donde la Familia Gerreidae representó el 19% del total (Fig. 3 y 4).

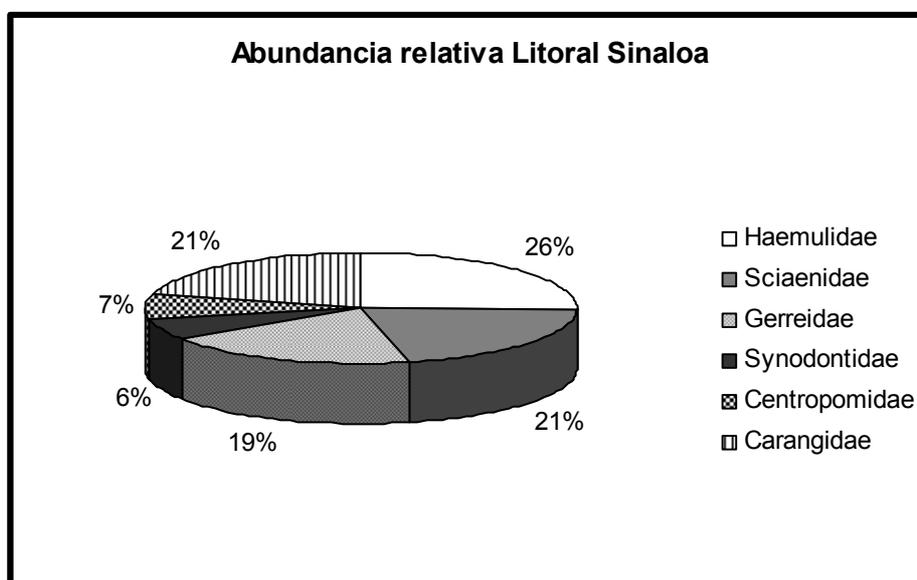


Fig. 3.- Familias más abundantes capturadas en la costa de Sinaloa.

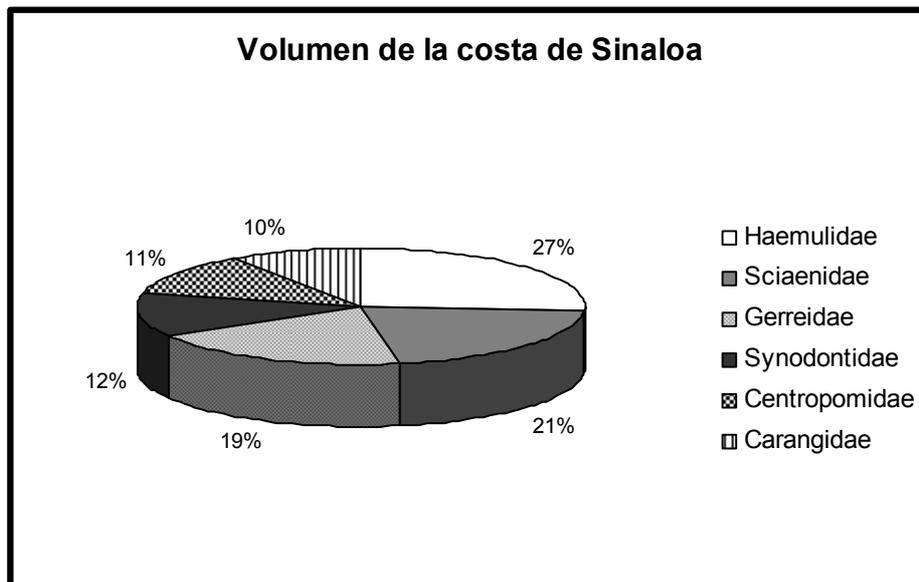


Fig. 4.- Volumen de las principales familias capturadas en la costa de Sinaloa.

Como se mencionó anteriormente el grupo de las mojarras se colocó dentro de los primeros cinco lugares, tanto en número como en volumen de captura (19%), lo cuál resalta la importancia que tienen las especies que pertenecen a esta familia dentro de las capturas. Las siguientes figuras muestran la proporción de las especies de la familia Gerreidae, donde se puede observar que *Diapterus peruvianus* es la que tuvo una mayor abundancia (36%) y volumen de captura (45%) con respecto a las demás especies (Fig. 5 y 6).

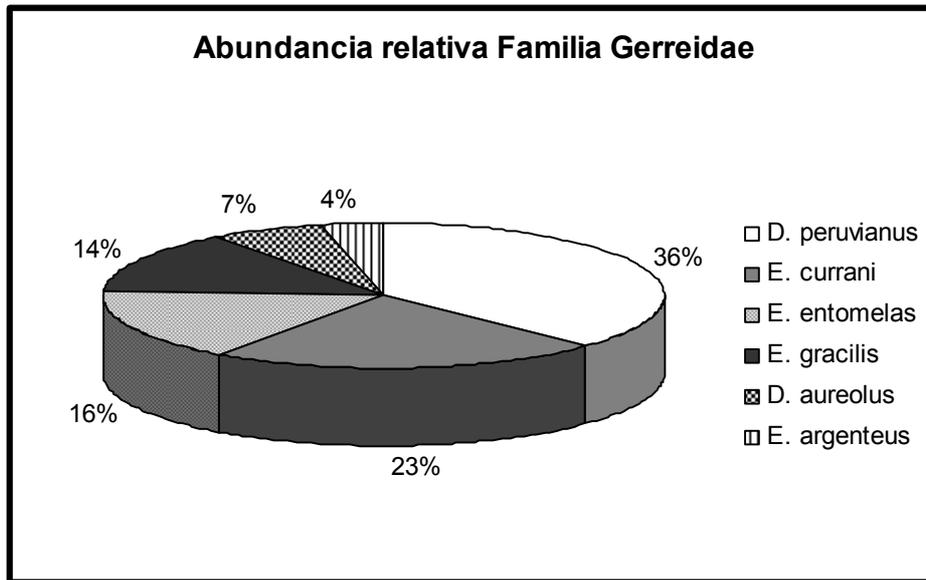


Fig. 5.- Abundancia de las principales especies de mojarras capturadas en la costa de Sinaloa.

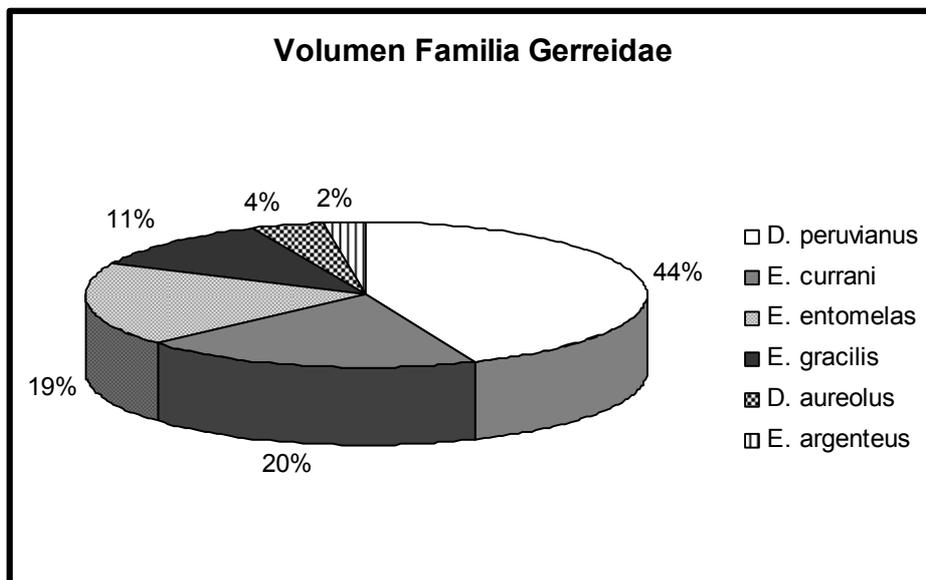


Fig. 6.- Volumen de las principales especies de mojarras capturadas en la costa de Sinaloa.

### 7.1.2.- Bahía de Santa María la Reforma

Para este análisis se contemplaron los organismos recolectados desde otoño de 2001 hasta invierno de 2005. Se obtuvieron 17,469 individuos, lo cuál en volumen representó un total de 1,087.85 kg. Las familias más abundantes fueron: Carangidae, Gerreidae, Haemulidae, Bothidae, Urolophidae y Tetraodontidae, donde la familia Gerreidae representó el 29% del total (Fig. 7).

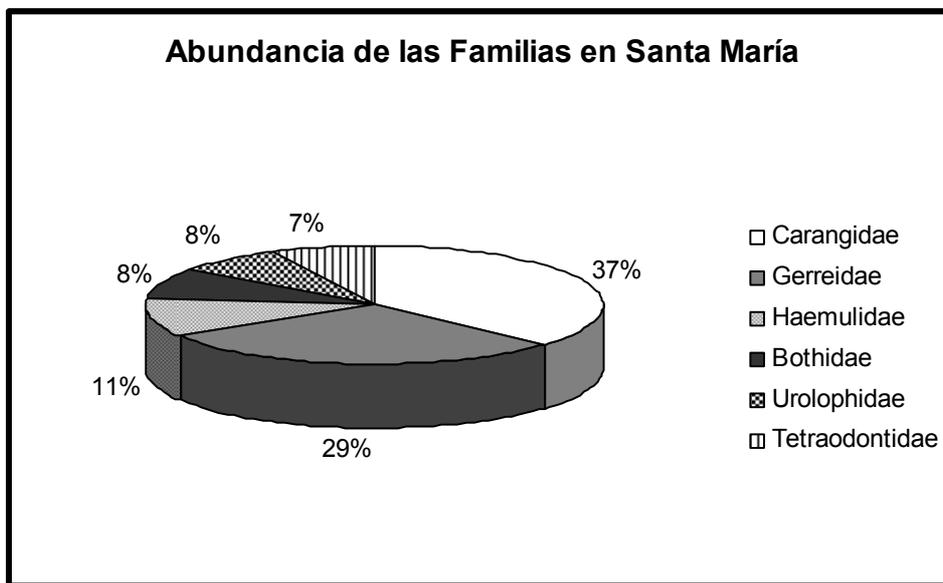


Fig. 7.- Familias capturadas en Santa María La Reforma.

En volumen de captura las especies de la familia Gerreidae ocuparon el primer lugar con 211.12 kg, lo que representó el 28% con respecto a las otras familias. Lo anterior brinda una idea de la importancia de este recurso en la bahía de Santa María la Reforma (Fig. 8).

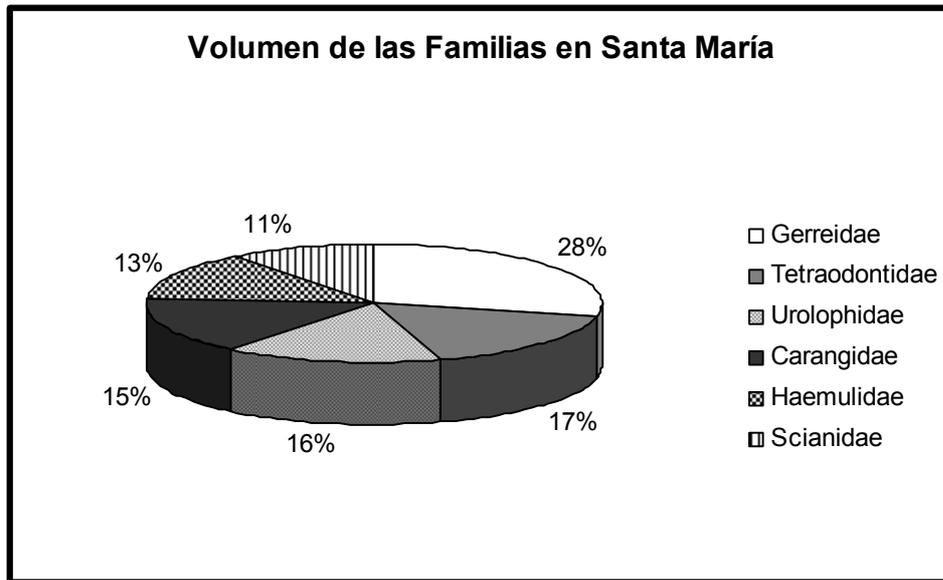


Fig. 8.- Volumen de las principales familias capturadas en Santa María La Reforma.

A partir de los datos anteriores se pudo observar que la familia Gerreidae se colocó dentro de los primeros tres lugares tanto en abundancia (29%) como en volumen de captura (28%), por lo que a partir de estos datos se estimó la proporción de las principales especies de esta familia (Fig. 9 y 10):

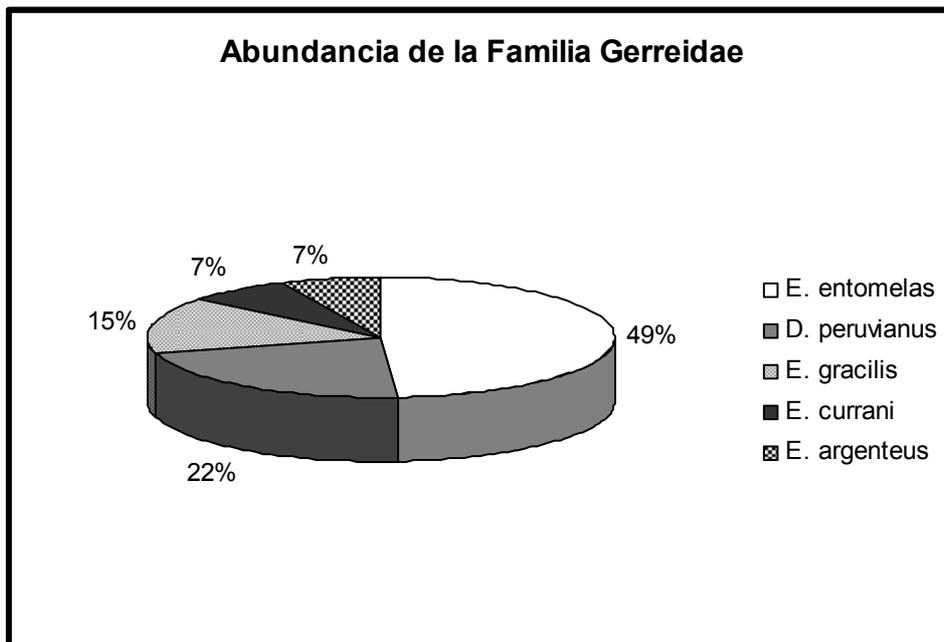


Fig. 9.- Abundancia de las especies de la familia Gerreidae en la bahía de Santa María la Reforma.

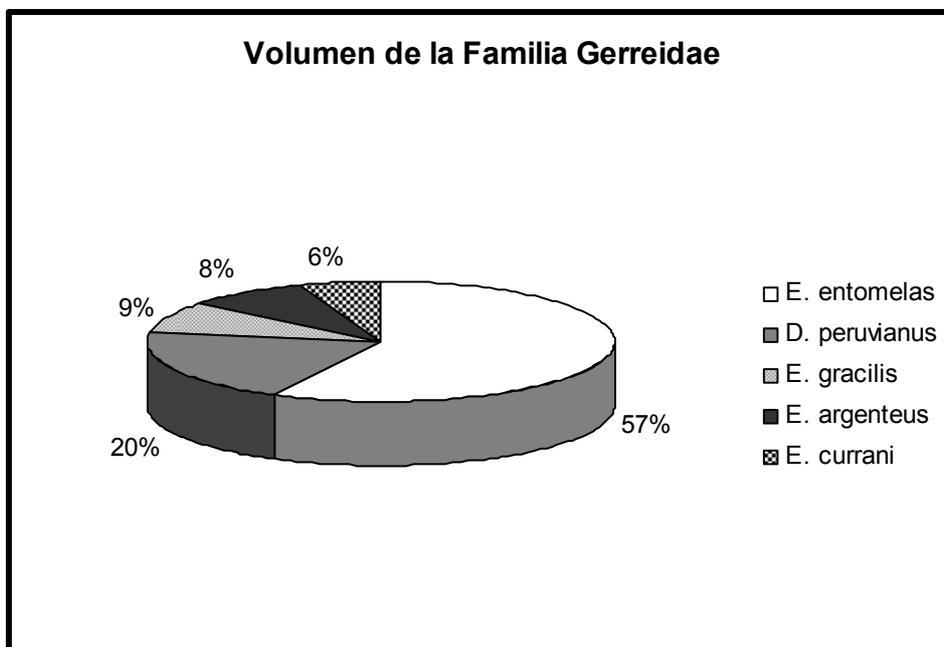


Fig. 10.- Volumen de las especies de la familia Gerreidae en la bahía de Santa María la Reforma.

## 7.2.- DISTRIBUCIÓN

### 7.2.1.- *Diapterus peruvianus*

Tanto a lo largo de la costa de Sinaloa, como dentro de la bahía de Santa María la Reforma, durante la primavera y el verano se presentó un mayor número de organismos (260 individuos) con un alto volumen de captura (16,012 g) (Fig. 11 a y b). Sin embargo, durante los meses de marzo a junio el mayor número de organismos se centró principalmente en la parte de la bahía de Santa María, y durante el verano, se observó que estuvieron distribuidos casi uniformemente a lo largo de toda la costa y no tan centrados en la parte de la bahía de Santa María, con un número de organismos de 261 y un volumen de captura menor que el de primavera (12,601 g) (Fig. 12 a y b).

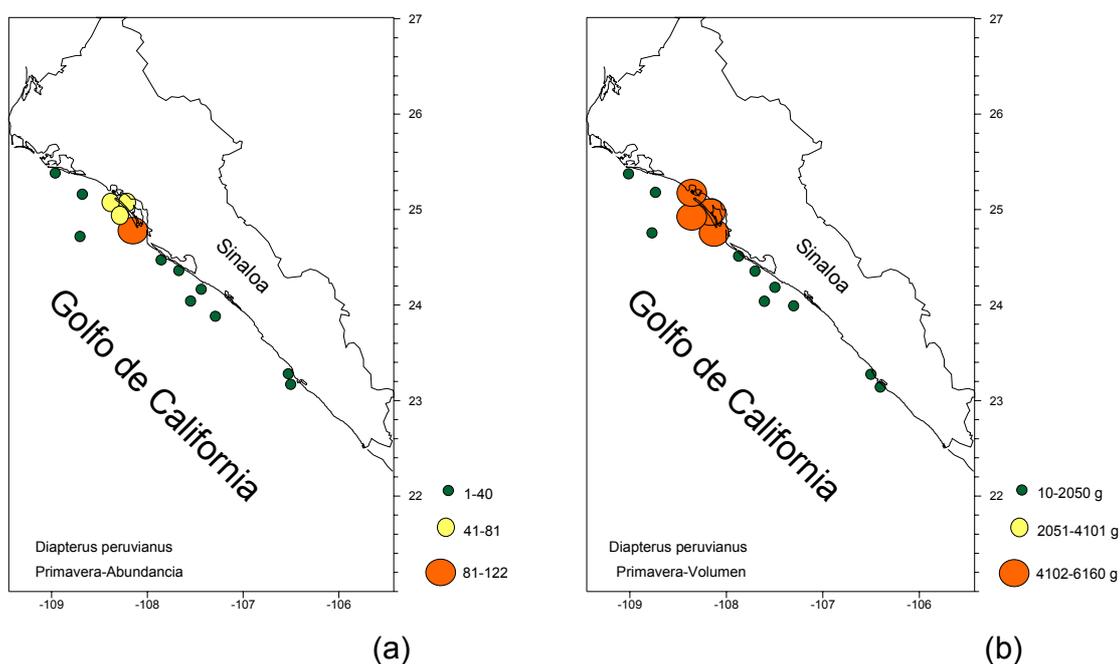


Fig. 11.- Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y la biomasa en gramos (b) para la especie *Diapterus peruvianus*, durante la primavera.

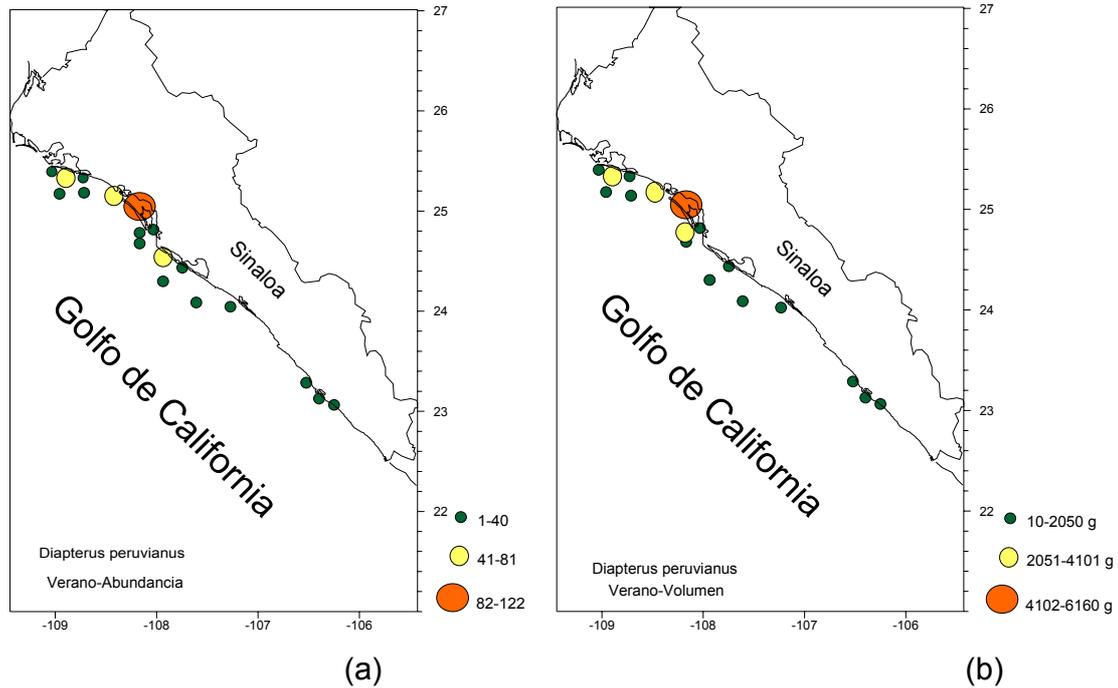


Fig. 12.- Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y la biomasa en gramos (b) para la especie *Diapterus peruvianus*, durante el verano.

La abundancia (105 organismos) y biomasa más bajas, con valores desde 1-30 organismos por localidad, se presentaron durante el otoño, lo cual en volumen representó desde 10 - 1916 g por estación (3,096 g). La distribución de los mismos se observó que fue mayormente al norte (Fig. 13<sub>a y b</sub>), es decir desde la bahía de Santa María hasta Topolobampo y solamente algunas en la bahía de Mazatlán, sin embargo, para el invierno se incrementó el número de organismos (326 en total) y volumen de captura (12,050 g) por localidad de muestreo, y su distribución fue mayormente hacia el sur, esto es, desde Santa María la Reforma a Mazatlán, (Fig. 14<sub>a y b</sub>).

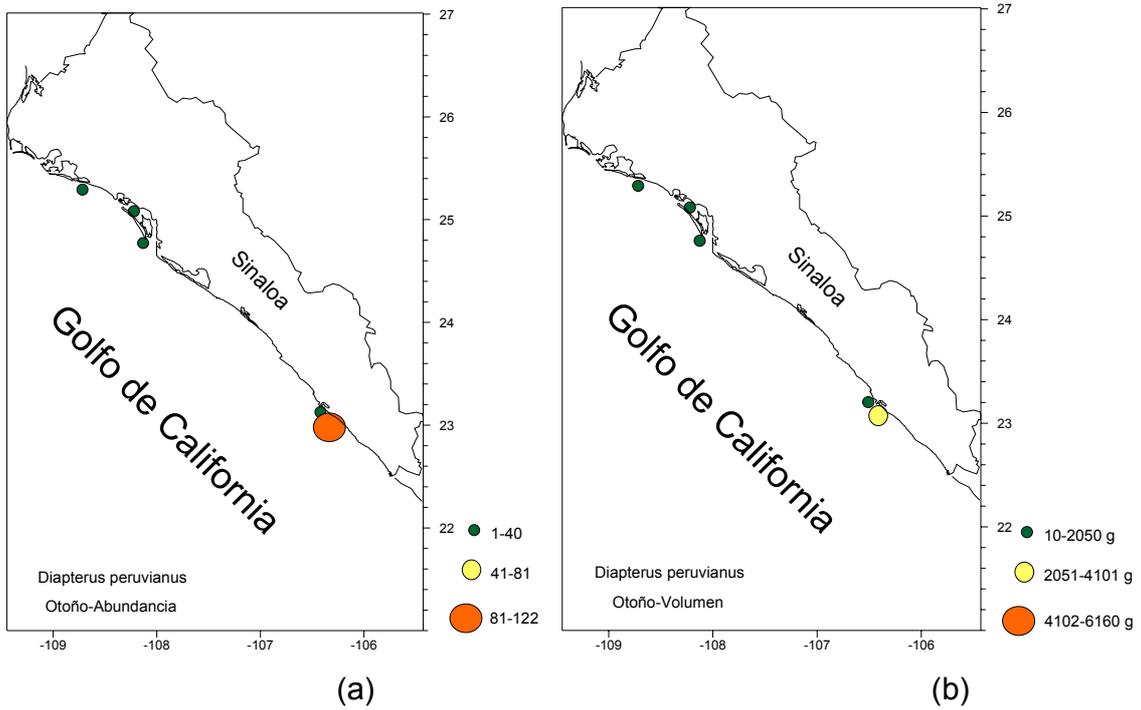


Fig. 13.- Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y la biomasa en gramos (b) para la especie *Diapterus peruvianus*, durante otoño.

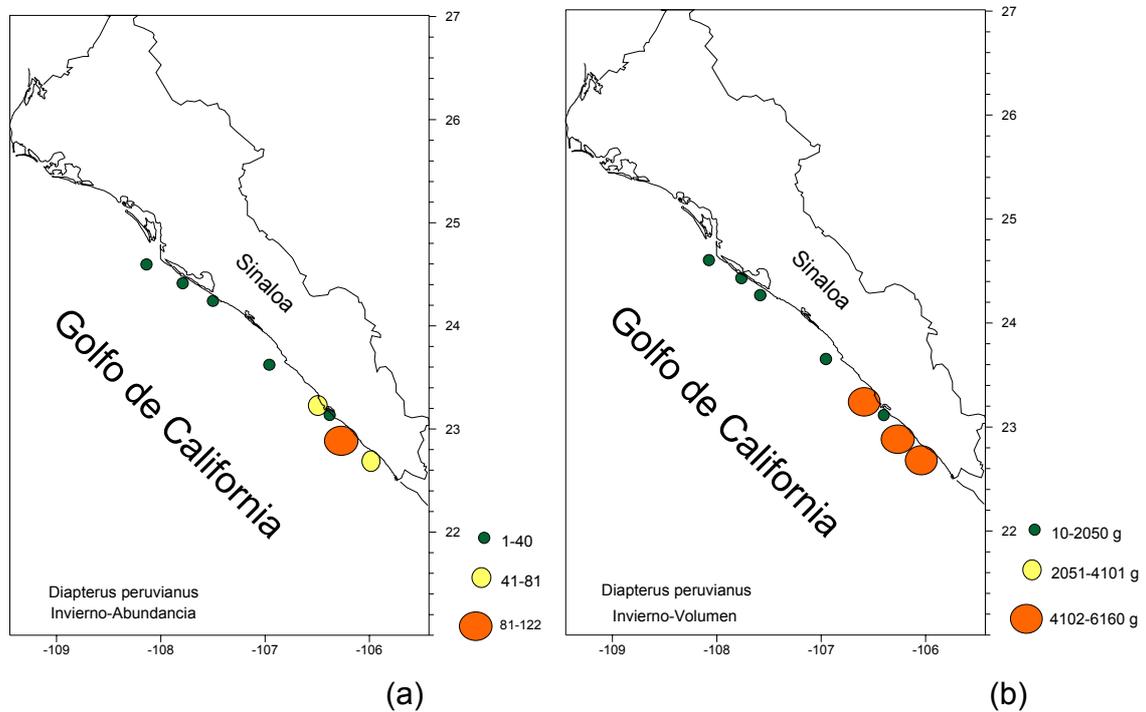


Fig. 14.- Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y la biomasa en gramos (b) para la especie *D. peruvianus* durante la estación de invierno.

### 7.2.2.- *Eucinostomus entomelas*

La distribución de la especie durante la primavera (Fig. 15<sub>a y b</sub>) se presentó a lo largo de todo el litoral de Sinaloa, desde la parte Sur hasta Topolobampo, abarcando la parte interior y exterior de la bahía de Santa María La reforma, donde la abundancia y la biomasa fueron mayores que en el resto de las localidades (330 organismos, 21,378 g). Durante el verano (Fig. 16<sub>a y b</sub>) la distribución de estos organismos se presentó mayormente al norte de la costa de Sinaloa desde bahía Ceuta hasta Topolobampo con mayores volúmenes de captura en la bahía de Santa María la Reforma (172 organismos, 12,346 g).

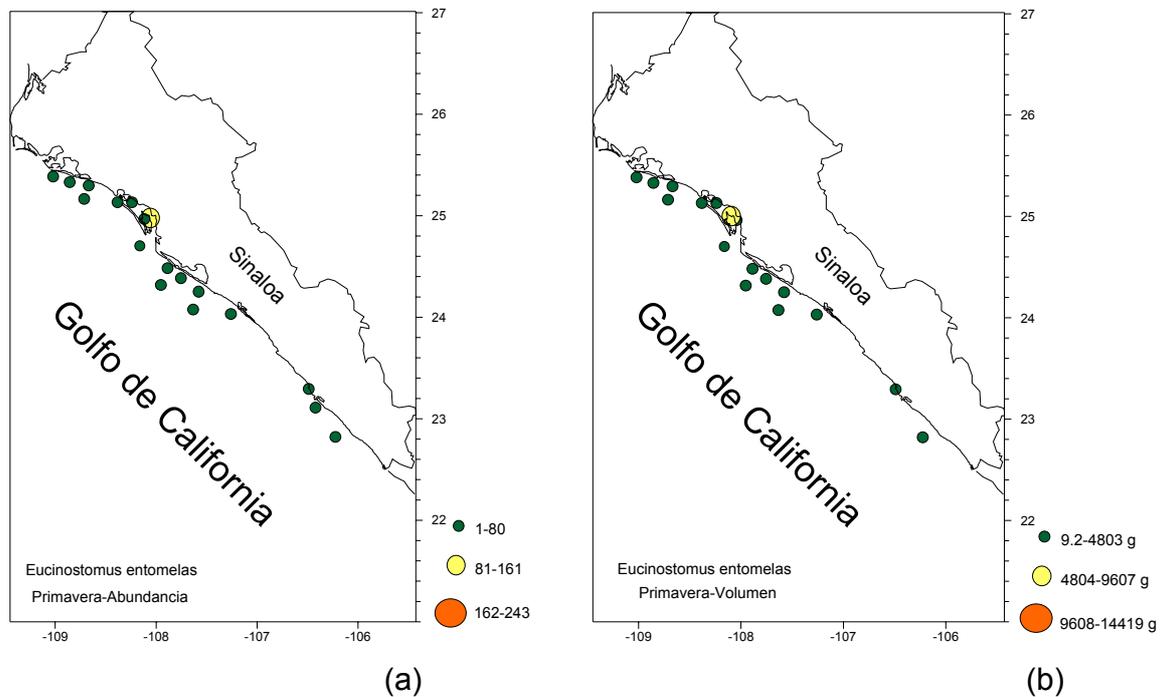


Fig. 15.- Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y la biomasa en gramos (b) de la especie *E. entomelas* durante la estación de primavera.

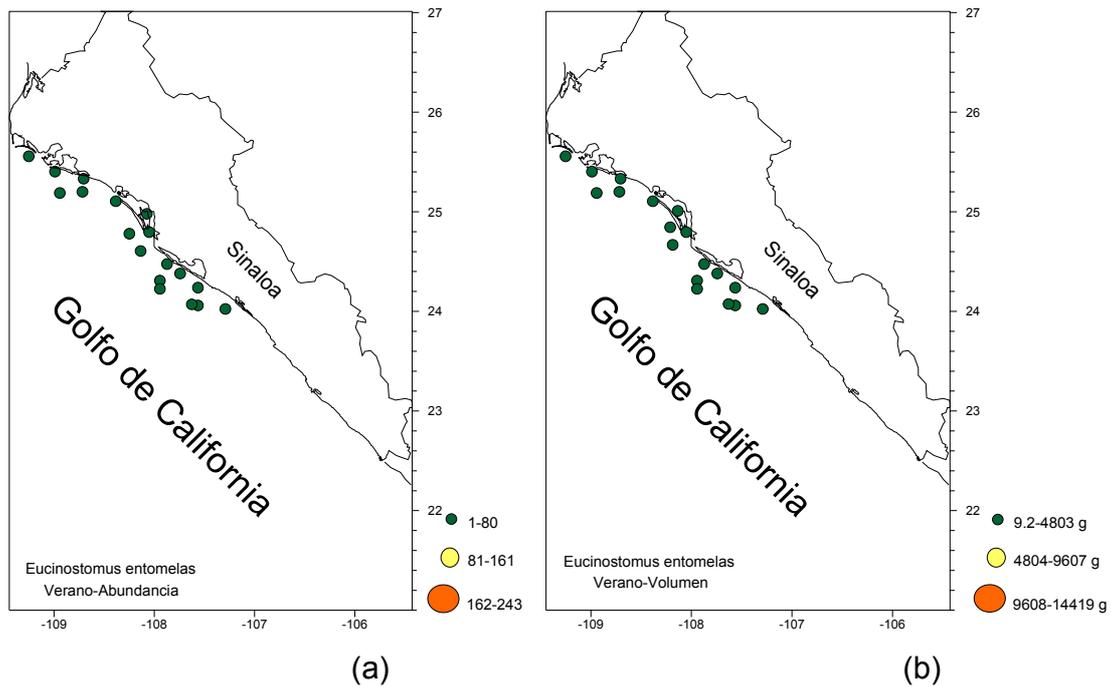


Fig. 16.- Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y biomasa en gramos (b) de la especie *E. entomelas* durante el verano.

En otoño se presentó el menor volumen de captura (1,358 g en total) a lo largo de la costa de Sinaloa con valores de hasta 1,540 g por estación, y solamente se encontraron organismos de esta especie en siete estaciones de muestreo (42 organismos), las cuales estuvieron mayormente representadas en la bahía de Santa María la Reforma. Finalmente el mayor volumen y abundancia se obtuvo durante el invierno (73,823 g y 1,233 organismos) con valores de hasta 14,420 g por estación y su distribución se centró principalmente en la parte norte de la costa de Sinaloa.

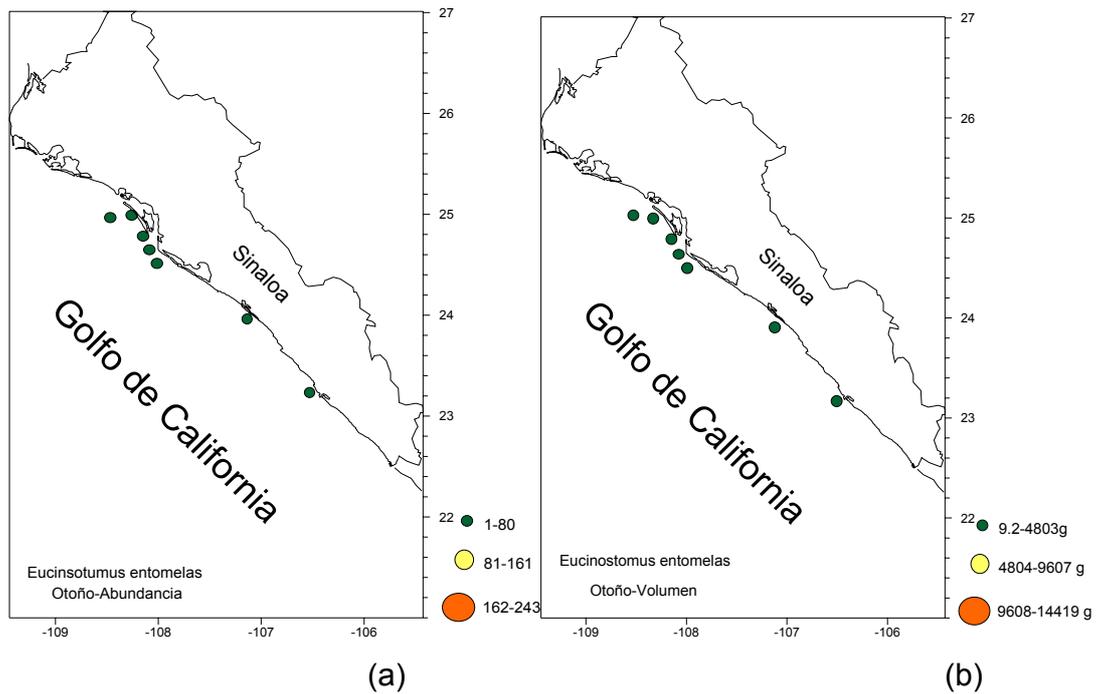


Fig. 17.- Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y biomasa en gramos (b) para la especie *E. entomelas* durante otoño.

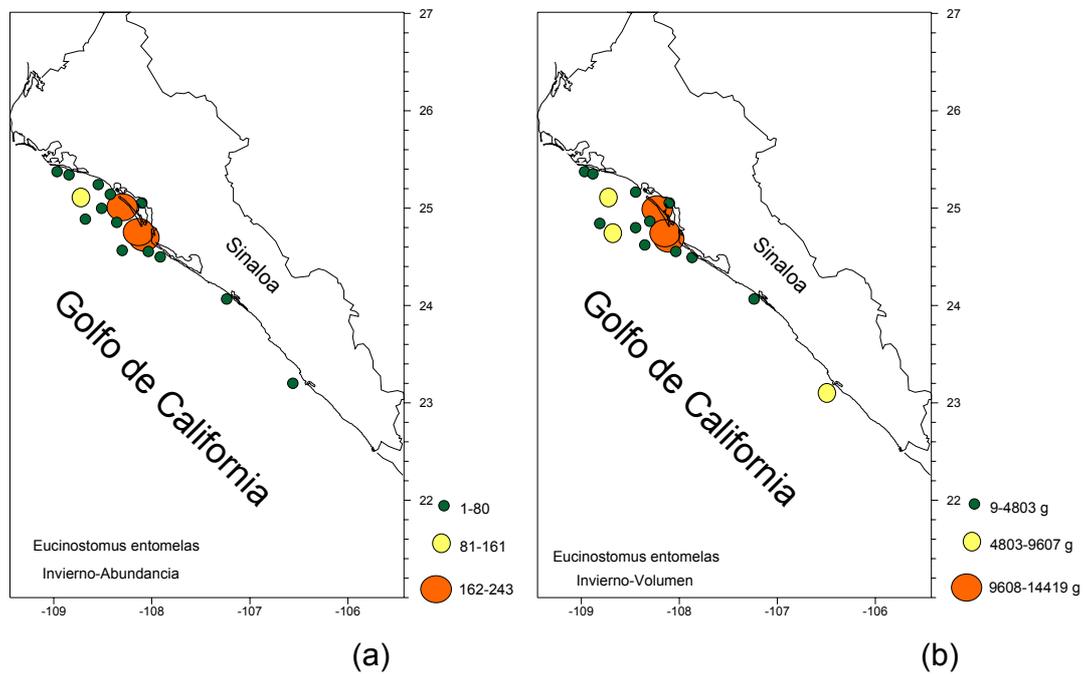


Fig. 18.- Distribución de la abundancia en número de organismos (a) y biomasa en gramos (b) de la especie *E. entomelas* durante invierno.

### 7.3.- RELACIÓN LONGITUD-PESO

En el análisis de los residuos aplicado a la relación longitud-peso para ambas especies se obtuvo que los datos presentaron una distribución normal ( $\chi^2 > 0$ , gl=13,  $P>0.05$ ), y los valores de la prueba de Durwin Watson fueron independientes para los tres casos en los que se planteó (5%, 2.5% y 1%).

Mediante el análisis de curvas coincidentes (análisis de suma de los residuos al cuadrado (ARSS)), no se encontraron diferencias significativas entre hembras y machos ( $F_{286} = 0.025$ ;  $P>0.05$ ) para *D. peruvianus*, lo mismo que para *E. entomelas* ( $F_{146} = 3.95$ ;  $P>0.05$ ), razón por la cuál los datos de hembras y machos se agruparon para describir su tipo de crecimiento y su relación longitud-peso.

#### 7.3.1.- *Diapterus peruvianus*

Para esta especie la ecuación resultante se presentó de la siguiente manera:  $P_t = 0.011 * L_t^{3.09}$  (Fig. 19) con un coeficiente de determinación  $r = 0.978$ . Mediante la prueba "t" se obtuvo que el valor de "b" fue estadísticamente diferente de 3 ( $t > 1.984$ ; gl= 1264;  $P<0.05$ ), por lo que se determinó que el tipo de crecimiento que presentó esta especie fue alométrico positivo, es decir, no es proporcional el crecimiento del peso con respecto a la longitud (incrementa más el crecimiento en peso que en longitud) (Fig. 20).

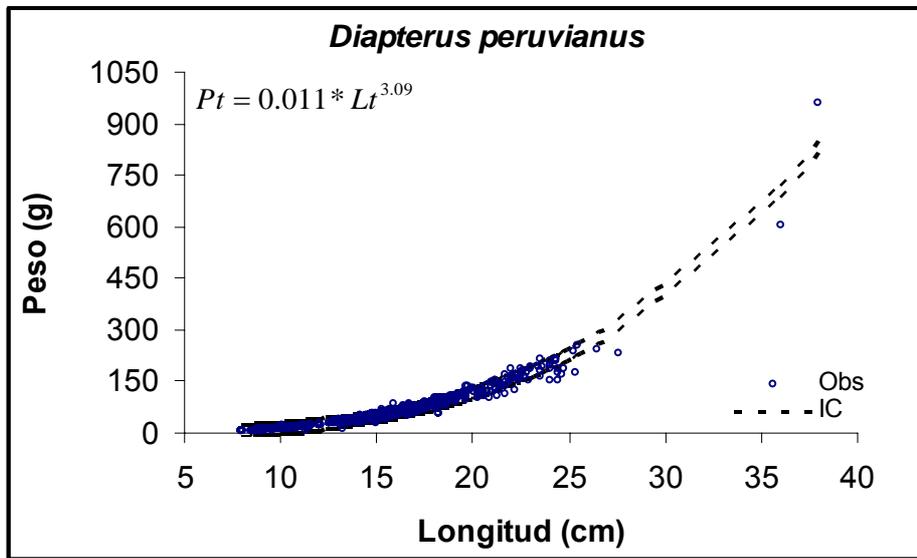


Fig. 19.- Relación longitud-peso de la especie *D. peruvianus* y sus intervalos de confianza (IC).

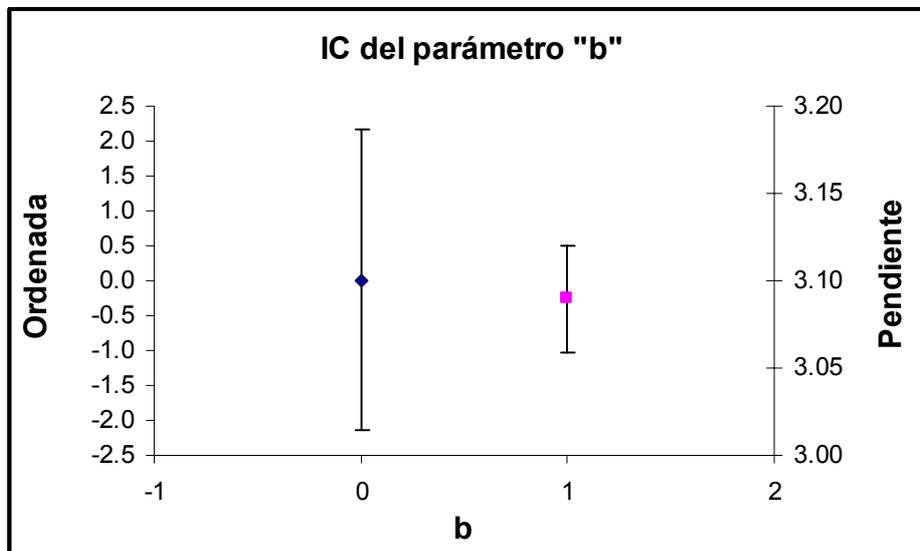


Fig. 20.- Intervalo de confianza para la ordenada  $b_0$  y para la pendiente  $b_1$  de la especie *D. peruvianus*.

### 7.3.2.- *Eucinostomus entomelas*

La relación longitud-peso que se obtuvo para esta especie se representó mediante la siguiente ecuación:  $P_t = 0.067 * L_t^{3.21}$  (Fig. 21), con un coeficiente de determinación  $r= 0.97$ . A partir de la prueba t se obtuvo que el tipo de crecimiento de la especie fue alométrico positivo ( $t > 1984$ ;  $gl= 1888$ ;  $P<0.05$ ) debido a que se rechazó la hipótesis de nulidad, es decir, el valor de “b” fue estadísticamente diferente de 3 (Su crecimiento es mayor en peso que en longitud) (Fig. 22).

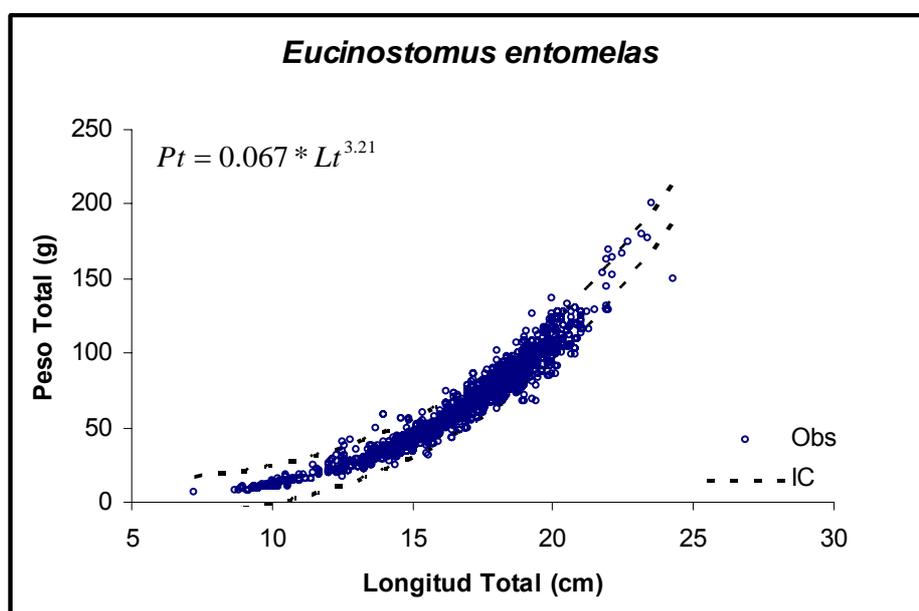


Fig. 21.- Relación longitud-peso de la especie *E. entomelas* y sus intervalos de confianza (IC).

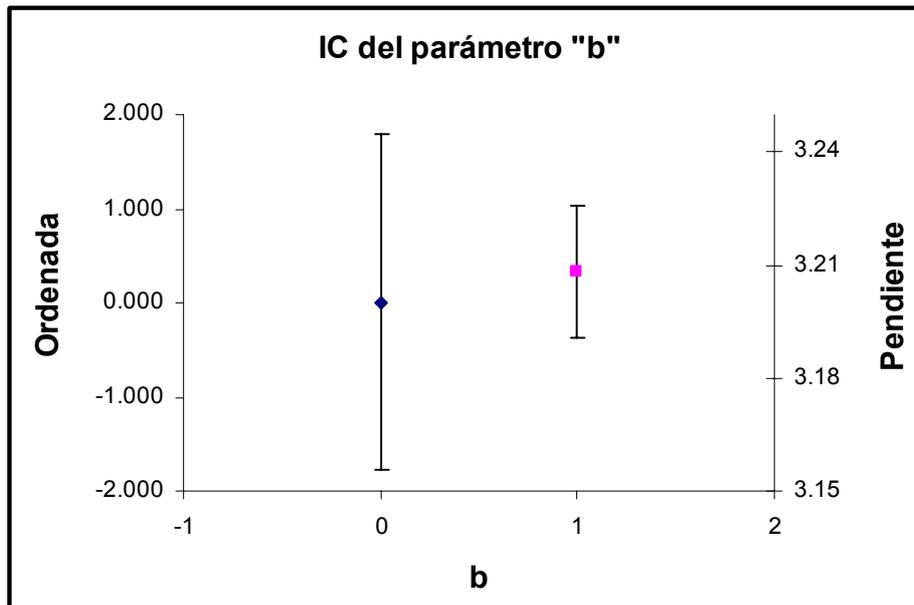


Fig. 22.- Intervalo de confianza para la ordenada  $b_0$  y la pendiente  $b_1$  de la especie *E. entomelas*.

En el análisis de curvas coincidentes realizada a los organismos capturados a lo largo de la costa de Sinaloa y dentro de la bahía de Santa María la Reforma no se encontraron diferencias significativas ni para la especie *E. entomelas* ( $F_{1963} = 0.0126$ ;  $P > 0.05$ ), ni para *D. peruvianus* ( $F_{1048} = 0.03$ ;  $P > 0.05$ ), por lo que no hubo necesidad de separar a los organismos por localidad de muestreo. Este resultado implicó que la estructura de la población de ambas especies fue similar dentro de la bahía de Santa María la Reforma y a lo largo de la costa de Sinaloa, es decir, se encontraron distribuidos organismos de todas las tallas (tanto juveniles como adultos).

#### 7.4.- EDAD Y CRECIMIENTO

Para esta parte se analizaron los organismos obtenidos desde invierno de 2001 hasta invierno de 2005. Los diferentes grupos de edad se ajustaron mediante una distribución multimodal, a partir de la cuál se asignaron tallas a las diferentes modas encontradas, la distribución de los intervalos de clase fue de 1 cm,

partiendo desde la talla mínima de 8 cm hasta 38 cm para *D. peruvianus* y de 7.2 cm hasta 24.3 cm para *E. entomelas*, posteriormente a cada moda encontrada se le asignó un valor de edad, asumiendo que cada una de ellas representa un año, considerando que mediante el índice gonadosomático se determinó que estos organismos desovan anualmente.

#### **7.4.1.- *Diapterus peruvianus***

A partir del análisis multimodal se obtuvieron tres grupos modales, la longitud media del primer grupo fue 11 cm (desviación estándar (ds) = 0.6), para el segundo 16.6 cm (ds= 1.6) y para el tercero 22.9 cm (ds= 0.7) (Fig. 23).

Con la prueba estadística *t* se estimaron los rangos en los cuales se distribuyó cada moda, esto se realizó con el valor de la desviación estándar y la longitud media obtenidas para cada grupo. Mediante esta prueba se obtuvo que el intervalo de distribución de la primer moda fue de 8 a 12.3 cm ( $t > 2.20$ ,  $P > 0.05$ ), para la moda dos fue de 12.3 a 20.1 cm ( $t > 2.1786$ ,  $P > 0.05$ ) y para la moda tres de 20.2 a 24.4 cm ( $t > 2.14$ ,  $P > 0.05$ ). Con este análisis se logró definir adecuadamente los límites de distribución de cada distribución modal debido a que se presentaban ciertos traslapes entre una moda y otra. Una vez definidos los límites de distribución se asignaron las edades correspondientes a cada distribución modal, esto es, a la moda I se le asignó la edad de 1 año, a la moda II de 2 años y a la moda III de 3 años, finalmente, debido a que graficando solamente tres modas no se podía ajustar el modelo, se consideraron algunas de las longitudes posteriores al último límite de distribución, con lo que se formó la moda IV, a la cuál se le asignó la edad de 4 años, asumiendo los organismos inmediatos a la última moda corresponderían a la próxima clase modal. Con los promedios de la longitud y el peso por cada grupo de edad se aplicó el modelo de crecimiento de von Bertalanffy. Sin embargo para esta especie se encontraron organismos de tallas mucho más grandes (36 y 38 cm) que los de la última moda, por lo que se realizó otra estimación de la ecuación de crecimiento tanto en longitud como en peso para esta especie, calculando la moda a la cuál

corresponden estos organismos de tallas tan grandes, por lo que los modelos de crecimiento que se realizaron para esta especie fueron asumiendo 4 y 10 grupos modales.

Con el ajuste por mínimos cuadrados las ecuaciones de crecimiento obtenidas para esta especie tanto en longitud ( $L_t$ ) como en peso ( $P_t$ ) con cuatro grupos modales fueron las siguientes:  $L_t = 31.86(1 - e^{-0.38(t-0.067)})$  y  $P_t = 467.82 * (1 - e^{-0.38(t-0.067)})^{3.2}$  respectivamente (Fig. 24 y 25). Mientras que asumiendo 10 grupos modales las ecuaciones resultantes fueron  $L_t = 38.65(1 - e^{-0.226(t+0.206)})$  y  $P_t = 1084.31 * (1 - e^{-0.226(t-0.206)})^{3.2}$  (Fig. 26 y 27).

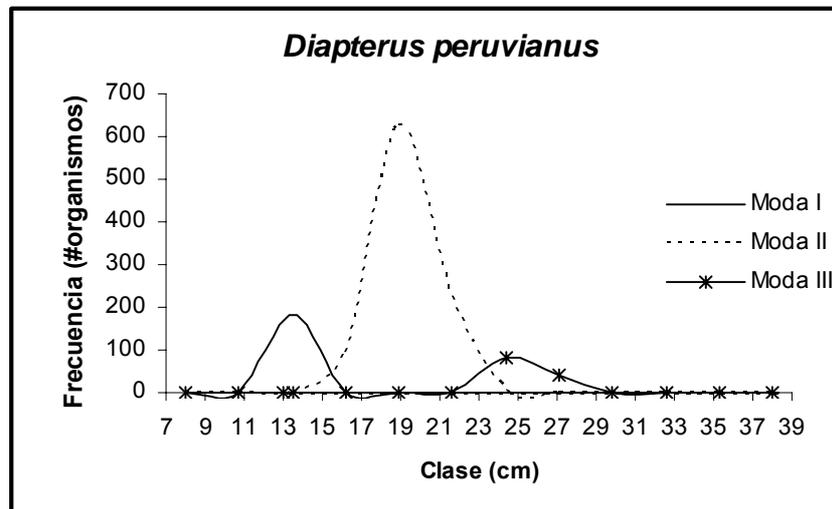


Fig. 23.- Análisis multimodal para la especie *D. peruvianus*.

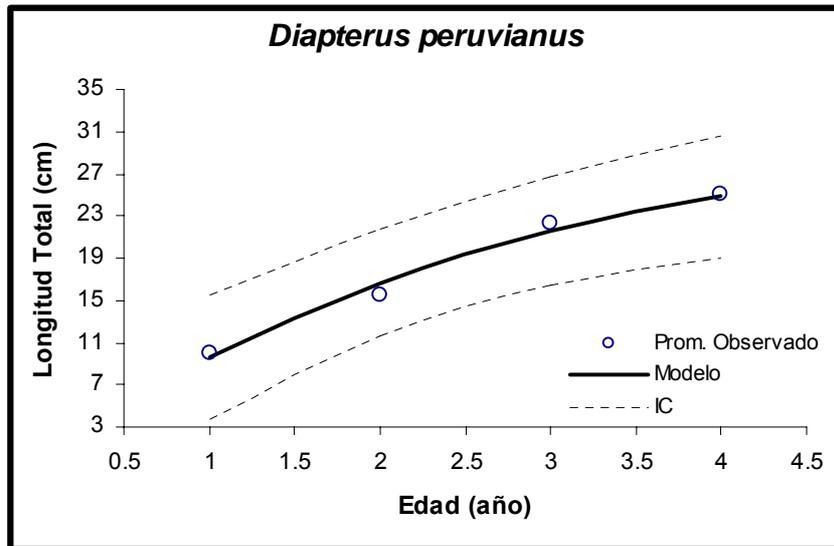


Fig. 24.- Curva de crecimiento en longitud para la especie *D. peruvianus* con cuatro grupos modales (IC= intervalo de confianza).

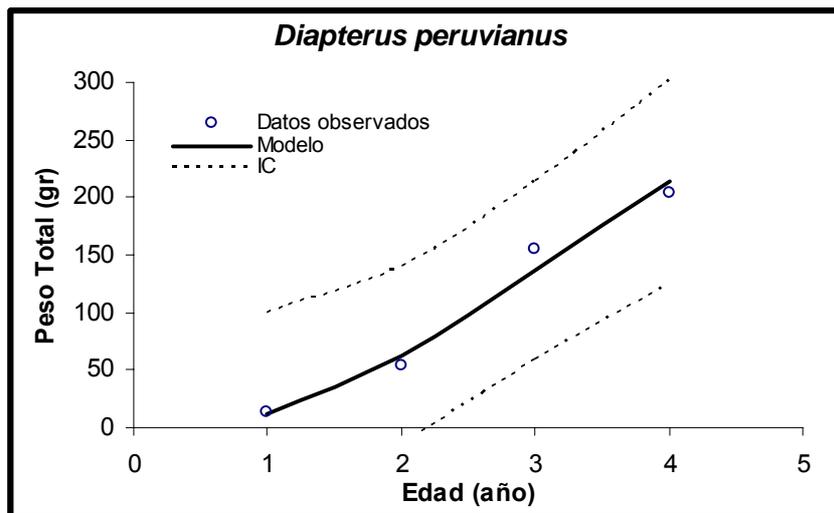


Fig. 25.- Curva de crecimiento en peso para la especie *D. peruvianus* con cuatro grupos modales (IC= intervalo de confianza).

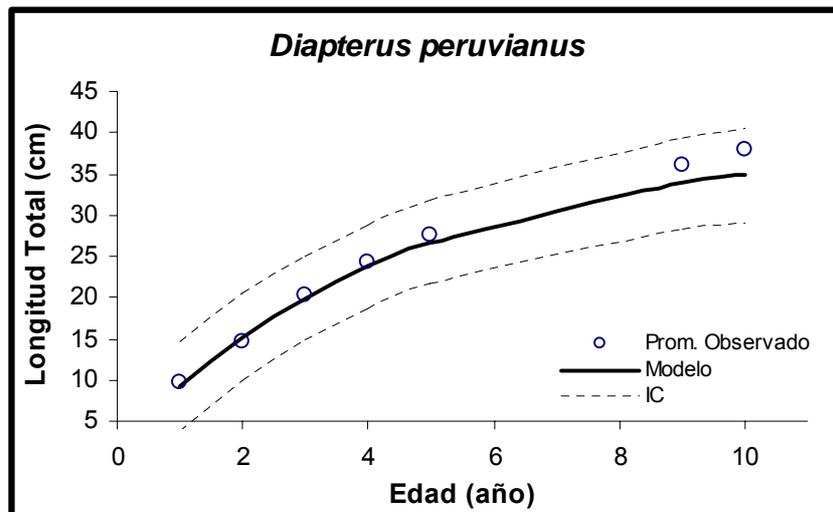


Fig. 26.- Curva de crecimiento en longitud para la especie *D. peruvianus* con diez grupos modales (IC= intervalo de confianza).

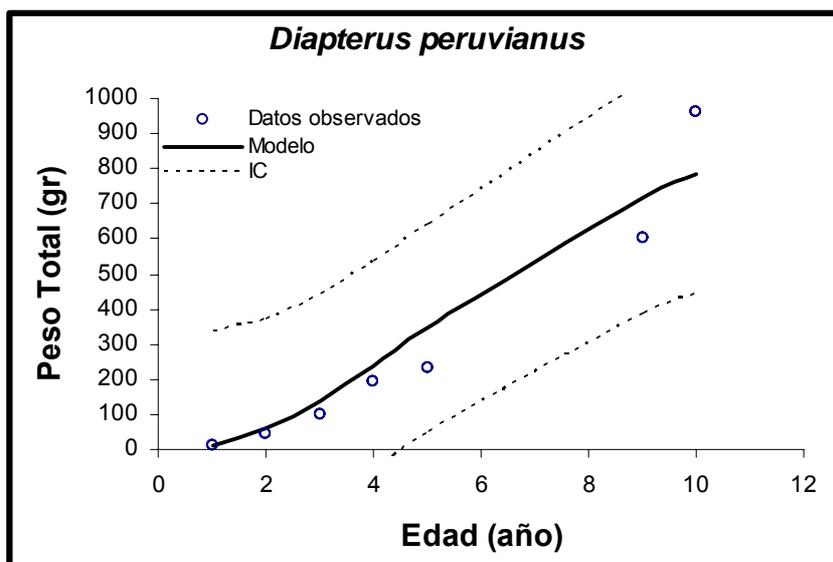


Fig. 27.- Curva de crecimiento en peso para la especie *D. peruvianus* con cuatro grupos modales (IC= intervalo de confianza).

El segundo método empleado para el ajuste de los datos al modelo de crecimiento de von Bertalanffy fue el de máxima verosimilitud, en donde se obtuvieron tres perfiles, uno para el ajuste de la longitud máxima, el segundo para el ajuste de la tasa de crecimiento y el tercero para  $t_0$ , con un intervalo de

confianza del 95%. El valor resultante para  $L_{\infty}$  fue 40.375 cm, para  $k= 0.1985$  y finalmente la resultante de  $t_0$  fue -0.3515.

Al igual que con el análisis por mínimos cuadrados se determinaron dos curvas de crecimiento con el método de máxima verosimilitud para esta especie, en una se contemplaron cuatro grupos modales y en otra diez. El modelo de crecimiento de von Bertalanffy tanto en longitud como en peso con cuatro modas fue el siguiente:  $L_t = 32.35(1 - e^{-0.27(t+0.09)})$  (Fig. 28) y  $P_t = 427.95 * (1 - e^{-0.27*(t+0.09)})^{3.09}$  (Fig. 29) respectivamente. Mientras que con diez grupos modales las ecuaciones resultantes fueron:  $L_t = 39.0(1 - e^{-0.23(t+0.1)})$  (Fig. 30) y  $P_t = 1079.04 * (1 - e^{-0.23*(t+0.1)})^{3.09}$  (Fig. 31).

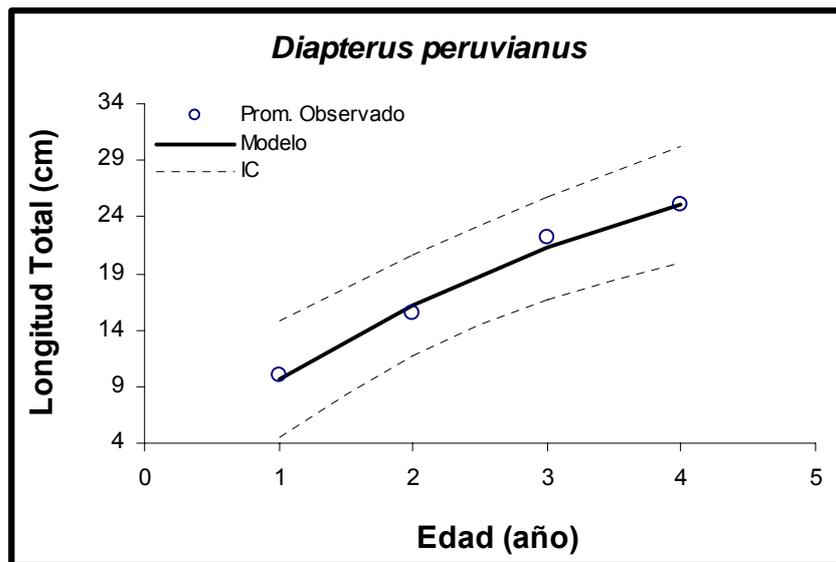


Fig. 28.- Ecuación de crecimiento en longitud estimada con máxima verosimilitud para cuatro grupos modales *D. peruvianus* (IC= intervalo de confianza).

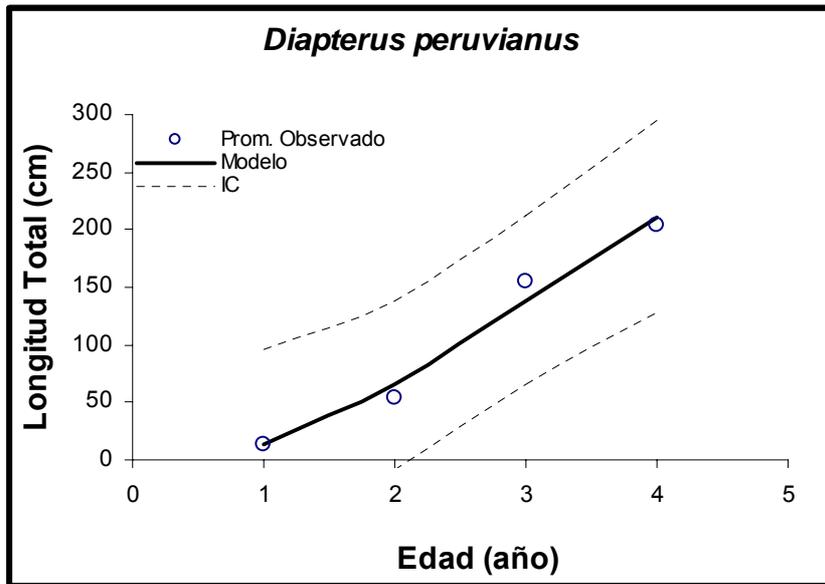


Fig. 29.- Ecuación de crecimiento en peso estimada con máxima verosimilitud para cuatro grupos modales de *D. peruvianus* (IC= intervalo de confianza).

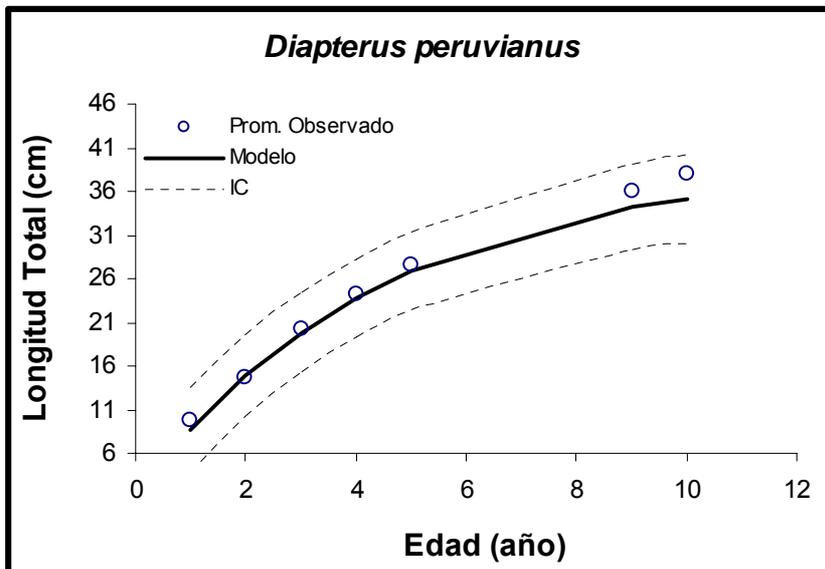


Fig. 30.- Ecuación de crecimiento en longitud estimada con máxima verosimilitud para diez grupos modales de *D. peruvianus* (IC= intervalo de confianza).

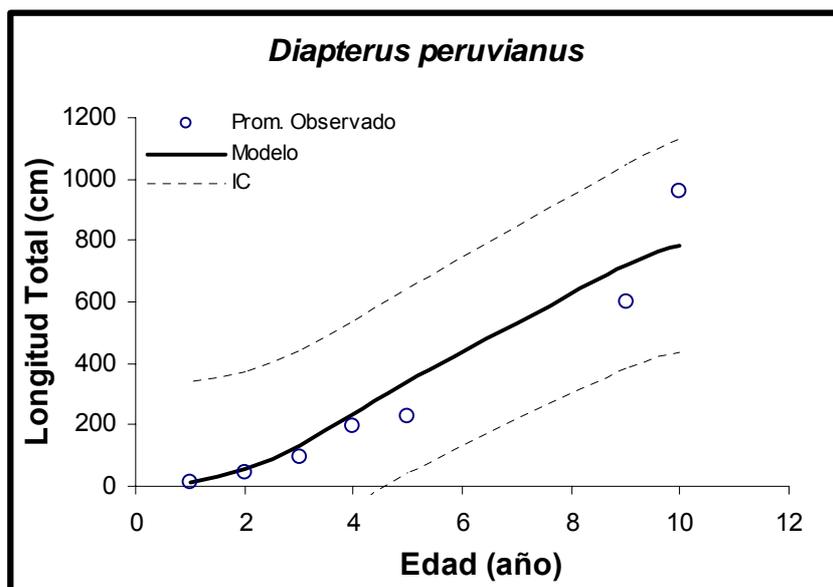


Fig. 31.- Ecuación de crecimiento en peso estimada con máxima verosimilitud para diez grupos modales de *D. peruvianus*.

#### 7.4.2.- *Eucinostous entomelas*:

Para esta especie en el análisis multimodal se identificaron tres modas (Fig. 32), la longitud media del primer grupo fue a los 10.9 cm (sd= 1.1), la segunda a los 15.6 cm (1.3) y la tercera a los 19.2 cm (1.3), con la prueba  $t$  aplicada a cada moda se obtuvieron los siguientes límites de distribución: para la moda I fue 13.3 cm ( $t > 2.1116$ ,  $P > 0.05$ ), para la moda II 18.4 cm ( $t > 2.1339$ ,  $P > 0.05$ ) y para la moda III 21.9 cm ( $t > 2.1431$ ,  $P > 0.05$ ), la asignación del cuarto grupo modal se realizó con algunos organismos cercanos a la última moda con la finalidad de ajustar mejor el modelo de crecimiento. Una vez definidos los límites de distribución de cada moda, se asignaron las edades correspondientes a cada una de ellas para aplicar el modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

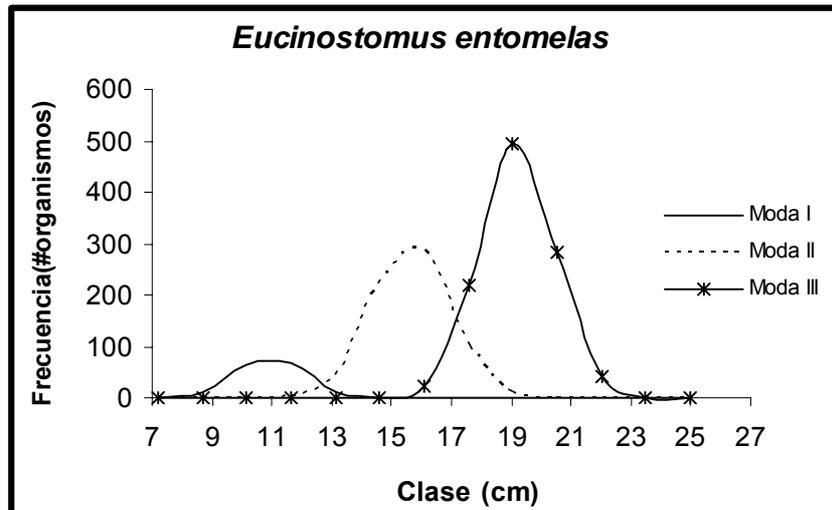


Fig. 32.- Análisis multimodal para la especie *E. entomelas*

La ecuación de crecimiento obtenida en longitud mediante la estimación por mínimos cuadrados fue la siguiente:  $L_t = 24.96(1 - e^{-0.46(t+0.31)})$  (Fig. 33), y la resultante de la ecuación de crecimiento en peso fue:  $P_t = 250 * (1 - e^{-0.46*(t+0.31)})^{3.21}$  (Fig. 34).

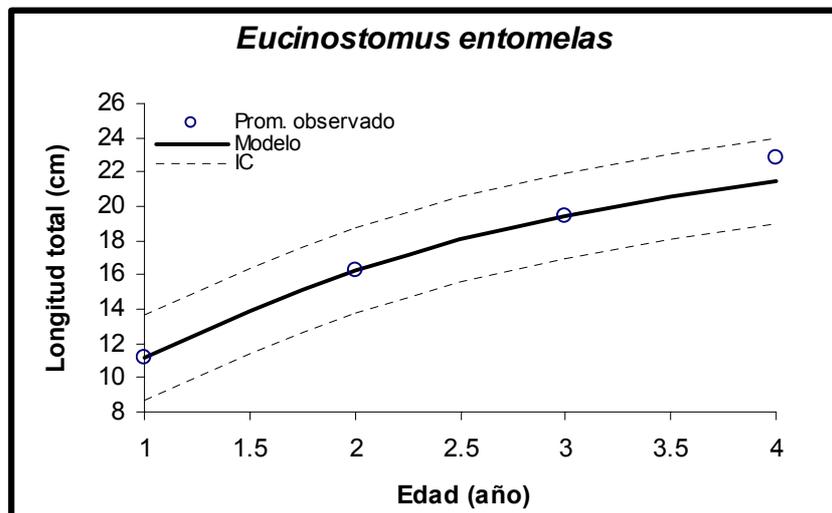


Fig. 33.- Curva de crecimiento en longitud ajustada por mínimos cuadrados para la especie *E. entomelas* (IC= intervalo de confianza).

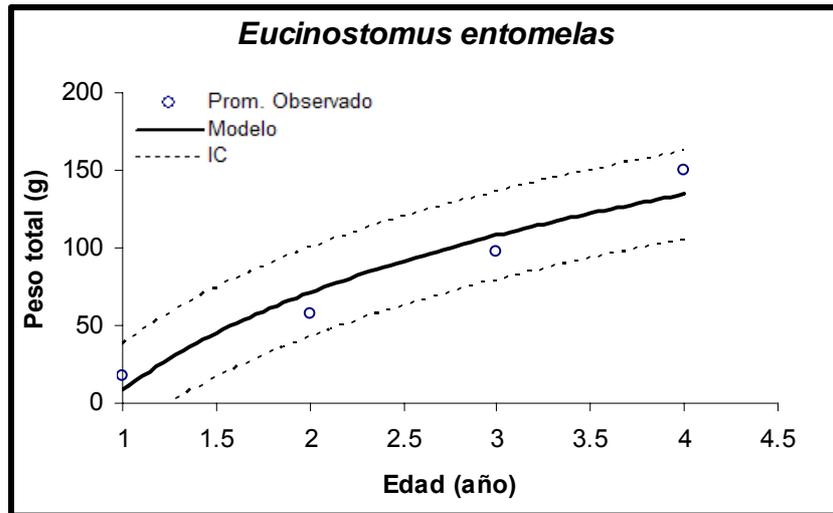


Fig. 34.- Curva de crecimiento en peso ajustada por mínimos cuadrados para la especie *E. entomelas* (IC= intervalo de confianza).

En el ajuste de la curva de crecimiento con el método de máxima verosimilitud se determinó el rango de distribución de cada uno de los parámetros del modelo de von Bertalanffy con un nivel de confianza del 95%, Los cuales fueron:  $L_{\infty}$  fue 25 cm,  $k=0.45$  y  $t_0 = -0.4$ . Por lo que sustituidos estos valores en el modelo de von Bertalanffy se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$$Lt = 25(1 - e^{-0.45(t+0.4)}) \quad (\text{Fig. 35}) \quad \text{y} \quad Pt = 229.7 * (1 - e^{-0.45*(t+0.4)})^{3.21} \quad (\text{Fig. 36}).$$

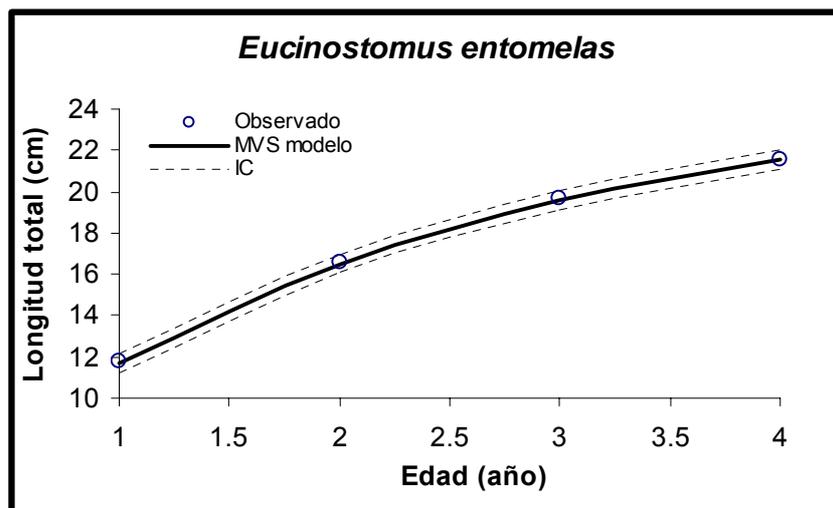


Fig. 35.- Crecimiento en longitud obtenido a partir del ajuste de máxima verosimilitud para *E. entomelas* (IC= intervalo de confianza).

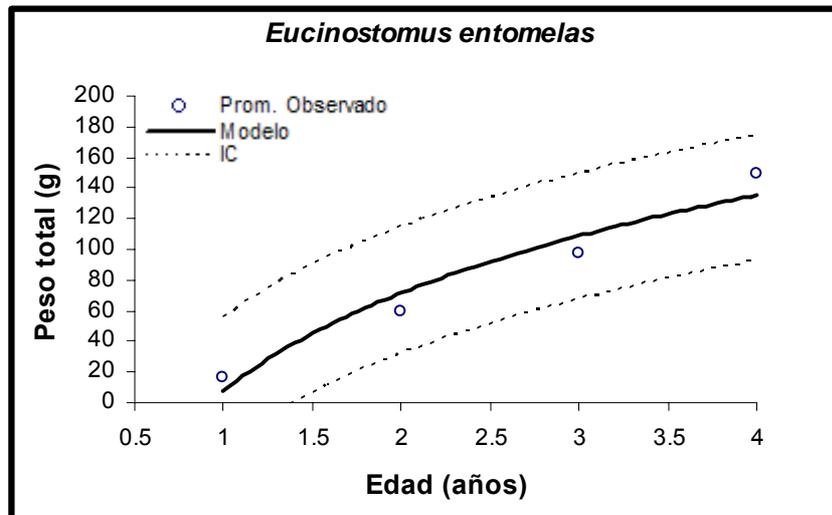


Fig. 36.- Crecimiento en peso obtenido a partir del ajuste de máxima verosimilitud para *E. entomelas* (IC= intervalo de confianza).

## 7.5.- REPRODUCCIÓN

### 7.5.1.- Estadios gonadales

#### 7.5.1.1.- *Diapterus peruvianus*:

Se encontró un total de 95 hembras (Tabla 5), de las cuales el 32 % estaban en estado de maduración (estadio IV), estos organismos correspondieron a los recolectados a lo largo de la costa de Sinaloa, mientras que para el área de la bahía de Santa María la Reforma se capturaron 18 hembras en estado de maduración (estadio IV), las cuales representaron el 19 % de las hembras totales capturadas.

Tabla 5.- Estadios gonadales de la especie *D. peruvianus*

Estadio	No. Hembras	Long. Min.	Long. Max.	Long. Prom.	Peso promedio de la gónada
I	4	17	19	18.4	0.6
II	18	13.7	23.5	18.4	0.5-1.33
III	21	13.5	25.5	18.8	0.3-2.62
IV	49	13.5	38	25.8	0.6-25.9
V	3	19.5	21.7	20.9	0.4-1.55

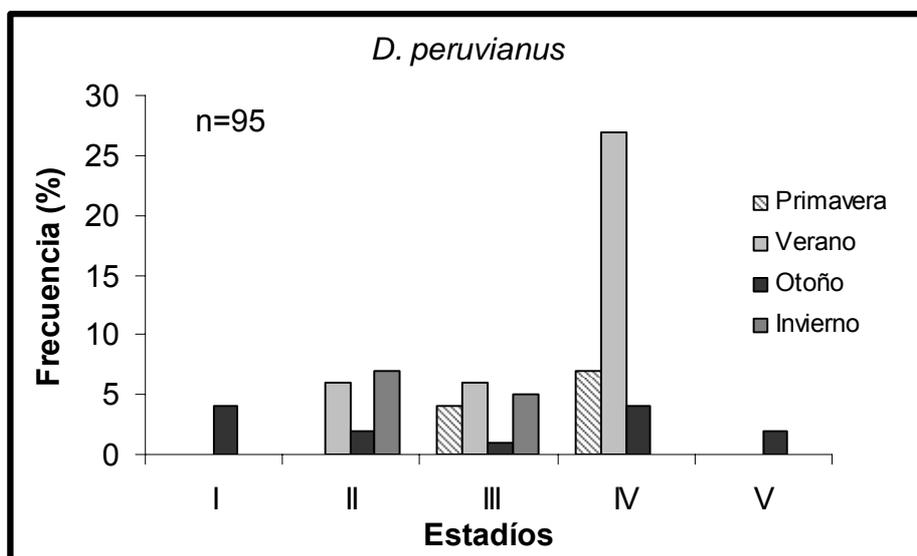


Fig. 37.- Porcentaje de estadios de *D. peruvianus*

Tal como se observa en la gráfica anterior (Fig. 37), se encontró un mayor porcentaje de organismos maduros durante la época de verano, por lo que probablemente durante ésta estación del año se lleve a cabo la reproducción de esta especie.

### 7.5.1.2- *Eucinostomus entomelas*

Se encontraron solamente organismos desde el estadio II al estadio V, los cuales correspondieron a 59 hembras disectadas (Tabla 6). Aproximadamente el 70% de los organismos que se encontraron en estado maduro (estadio IV), fueron capturados a lo largo de la costa de Sinaloa y solamente el 5% de hembras maduras fueron capturados en la bahía de Santa María la Reforma.

Tabla 6.- Estadíos gonadales de la especie *E. entomelas*

Estadío	No. Hembras	Long. Min.	Long. Max.	Long. Prom.	Peso promedio de la gónada
II	4	21.8	23.2	22.5	0.2- 4.0
III	7	13.9	23.5	18.7	0.8 – 2
IV	44	15.3	23.5	19.2	0.9 – 4.8
V	4	17.3	18.6	17.9	0.4 – 2.5

De los datos anteriores se obtuvo también el porcentaje de hembras para los diferentes estadios, en la figura 38 se muestra que el mayor número de organismos (37 hembras) en estado de maduración (IV) fue colectado durante la las estaciones de primavera y verano, por lo que posiblemente durante ésta época esta especie lleve a cabo su reproducción.

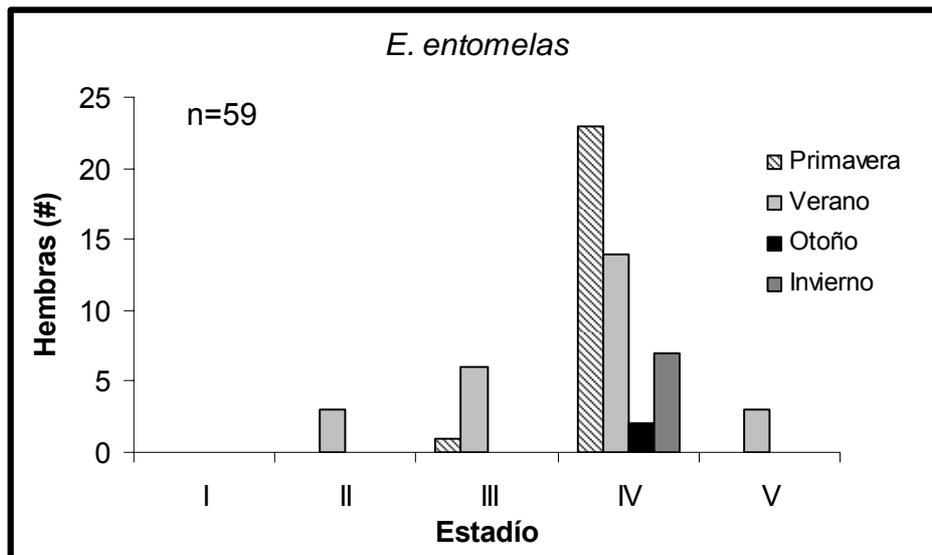


Fig. 38.- Porcentaje de estadios encontrados en *E. entomelas*

Por otro lado del total de las hembras encontradas en cada localidad de muestreo, 50 fueron recolectadas a lo largo de la costa de Sinaloa y 9 en la bahía de Santa María la Reforma, de las cuales 44 estuvieron entre los estadios III y IV, lo cuál representó aproximadamente el 74% del total de la muestra.

### 7.5.2.- Índices biológicos

Se obtuvo el índice gonadosomático y el índice hepatosomático para las hembras capturadas desde enero de 2005 hasta enero de 2006, las cuales se agruparon por estaciones del año con la finalidad de determinar el comportamiento de este índice en un período anual.

#### 7.5.2.1- *Diapterus peruvianus*

A partir de que se agruparon los organismos por estaciones del año se obtuvo un promedio de cada estación. El índice gonadal máximo (a partir del promedio de los datos) para esta especie, se obtuvo en primavera con 2.8% y el mínimo en otoño con un valor de 1.1% (Fig. 39). Los datos del IG e IH se

graficaron por épocas del año y mediante un análisis de regresión lineal se encontró una relación inversa entre ambos índices, debido a que se observó que conforme el IG aumenta el IH disminuye, y viceversa (Fig. 40).

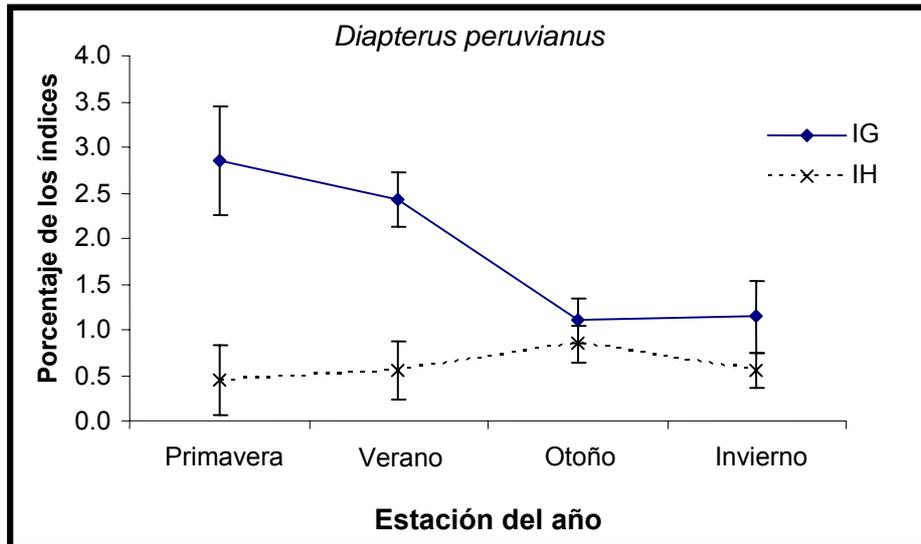


Fig. 39.- Índice gonadosomático (IG) y hepatosomático (IH) para le especie *D. peruvianus*.

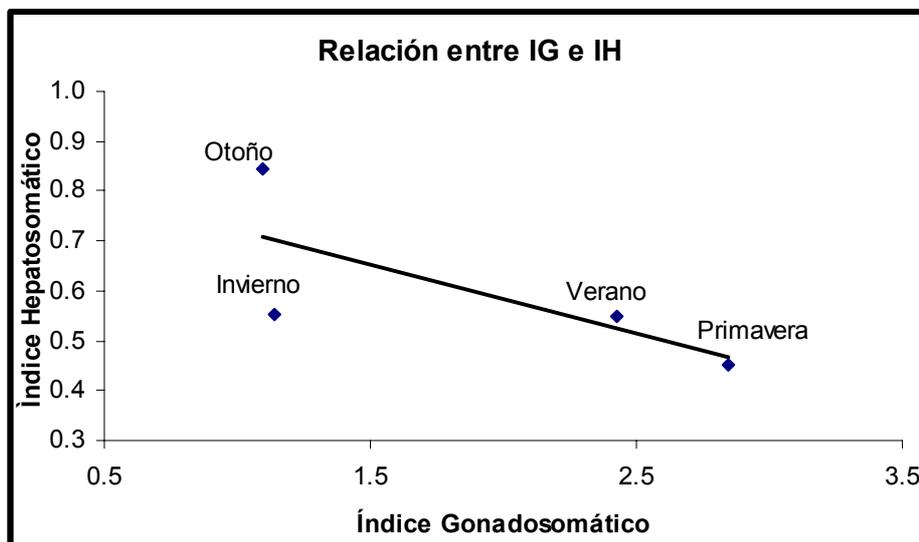


Fig. 40.- Gráfica de la relación entre el índice gonadosomático e índice hepatosomático de *D. peruvianus*.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov aplicada al IG dio como resultado que los datos se distribuyeron normalmente ( $N=94$ ,  $D_{max}= 0.159$ ,  $P>0.05$ ), y con la prueba de Cochran se obtuvo que los datos fueron homocedásticos ( $C= 0.466$ ,  $gl=3$ ,  $P>0.05$ ), por lo tanto, se realizó un ANOVA de una vía mediante el cuál se encontró que existen diferencias significativas entre las medias ( $F_{3,61}=8.17$ ,  $P<0.05$ ). Finalmente con la prueba de Tukey se obtuvo que las estaciones de primavera y verano fueron significativamente diferentes a las estaciones de otoño e invierno ( $MS=1.8350$ ,  $gl= 94$ ,  $P<0.05$ ).

Con los mismos análisis pero aplicados para el IH se obtuvo que los datos presentaron una distribución normal ( $N=94$ ,  $D_{max}= 0.063$ ,  $P>0.05$ ), fueron homocedásticos ( $C=0.3636$ ,  $gl=3$ ,  $P>0.05$ ), y que existen diferencias significativas entre las medias del IH ( $F_{3,61}=3.83$ ,  $P<0.05$ ). Finalmente con la prueba Tukey se obtuvo que el índice hepatosomático fue significativamente diferente durante las estaciones de primavera y otoño ( $MS=0.1082$ ,  $gl=94$ ,  $P<0.05$ ).

#### **7.5.2.2- *Eucinostomus entomelas***

Al igual que con *D. peruvianus*, se trabajó con los promedios de los datos para cada estación del año, y lo que se encontró es que el valor mayor del Índice gonadosomático obtenido (a partir de los promedios) se presentó en primavera con un valor de 4.1% y el menor en invierno con 2.21% (Fig. 41). Con lo que respecta al índice hepatosomático éste tuvo su valor más bajo durante la primavera y el más alto durante el otoño, con valores de 2.14% y 0.56% respectivamente.

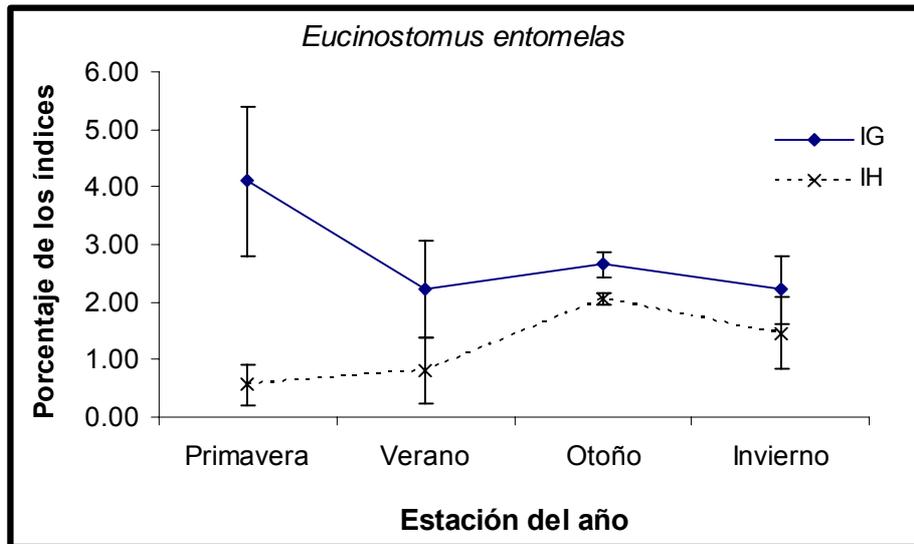


Fig. 41.- Índice gonadosomático (IG) y hepatosomático (IH) para la especie *E. entomelas*.

A pesar de que durante tres estaciones del año (verano, otoño e invierno) los índices no muestran aparentemente una relación inversa uno con respecto al otro, este efecto se hizo evidente durante la estación de primavera, con lo que se pudo observar que el peso de hígado se vió afectado por el aumento del peso de la gónada, por lo que posiblemente sólo durante la época de reproducción el peso del hígado disminuye considerablemente. Este hecho también se ver reflejado en el ajuste de regresión lineal que se realizó a los valores del IG e IH durante las diferentes épocas del año, en donde, se apreció que durante la primavera existe un cambio mayor que en las otras épocas del año. (Fig. 42).

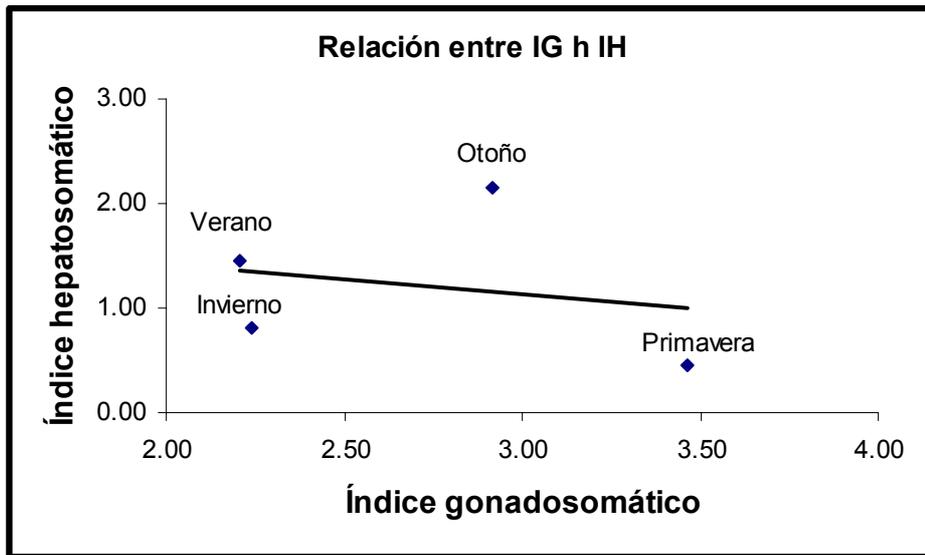


Fig. 42.- Gráfica de la relación entre el índice gonadosomático e índice hepatosomático de *E. entomelas*.

El índice gonadal se distribuyó normalmente ( $N=51$ ,  $D_{max}= 0.12$ ,  $P>0.05$ ), hubo diferencias significativas entre las medias del IG ( $F_{3,61}=8.17$ ,  $P<0.05$ ), y mediante la prueba de Tukey se obtuvo que la estación del año que fue significativamente diferente al invierno y verano fue la de primavera ( $MS=0.8215$ ,  $gl= 47$ ,  $P<0.05$ ).

Así mismo, para el IH se obtuvo que los datos tuvieron una distribución normal ( $N=51$ ,  $D_{max}= 0.114$ ,  $P>0.05$ ) y fueron homocedásticos ( $C=0.45$ ,  $gl=3$ ,  $P>0.05$ ), mediante el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas del IH a lo largo del año ( $F_{3,47}=6.74$ ,  $P<0.05$ ), y finalmente con la prueba Tukey encontró que este índice fue significativamente diferente durante las estaciones de primavera y otoño ( $MS=0.30$ ,  $gl=47$ ,  $P<0.05$ )

### 7.5.3.- Longitud a la madurez sexual

#### 7.5.3.1.- *Diapterus peruvianus*

Para obtener la talla de primera madurez de la especie *D. peruvianus* se realizó un ajuste por mínimos cuadrados mediante el cuál se obtuvo que las diferencias entre los datos observados y los datos calculados a partir del modelo sigmoideal fueron mínimas (SSQ= 0.19). La talla de primera madurez obtenida a partir de este ajuste fue 18.09 cm (Fig. 43), y el valor de la pendiente 0.44 (r).

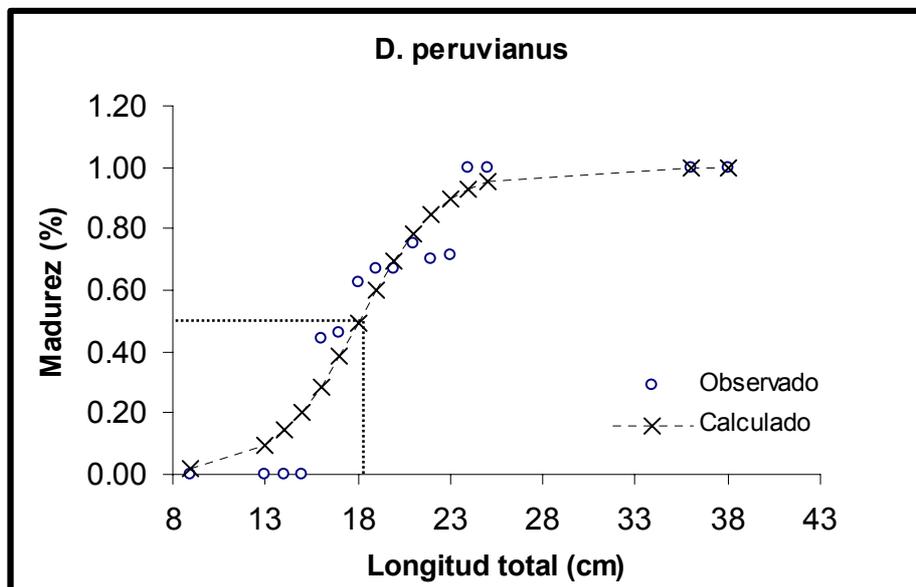


Fig. 43.- Longitud de primera madurez para *D. peruvianus*.

#### 7.5.3.2.- *Eucinostomus entomelas*

El ajuste para esta especie también se realizó por mínimos cuadrados, en donde las diferencias entre los datos observados y estimados fueron muy pequeñas (SSQ= 0.07). La talla de primera madurez resultante para la especie *E. entomelas* fue 16.3 cm (Fig. 44), con un valor de la pendiente de la curva fue de 0.76 (r).

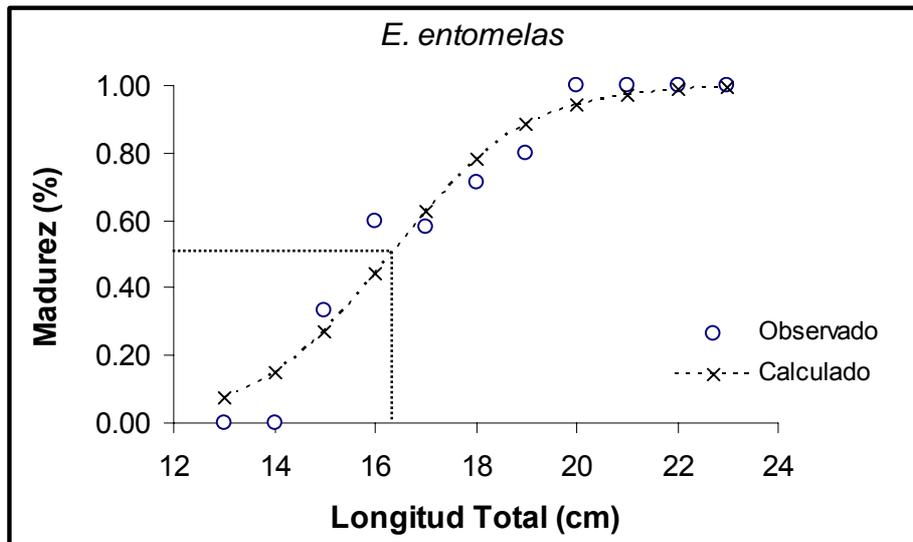


Fig. 44.- Longitud de primera madurez para *E. entomelas*.

#### 7.5.4.- Fecundidad

La fecundidad se determinó a partir de 117 hembras (en estadio IV) 56 de *E. entomelas* y 61 de *D. peruvianus*. Mediante el análisis de varianza, se obtuvo que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tres cortes realizados ni para *E. entomelas* ( $F_{2,168}=3.05$ ,  $gl=168$ ,  $P>0.05$ ), ni para *D. peruvianus* ( $F_{2,183}=3.06$ ,  $gl=183$ ,  $P>0.05$ ), por lo que se estimó la fecundidad para cada gónada a partir de la media de las tres submuestras obtenidas y se extrapoló al peso total de la gónada de cada organismo.

##### 7.5.4.1.- *Diapterus peruvianus*:

Las longitudes de las hembras variaron entre 13.2 cm y 38 cm respectivamente. La fecundidad estuvo varió desde 19,484 a 1,040,019 ovocitos por individuo, con un promedio de 113,452. La relación longitud-fecundidad se representó mediante la siguiente ecuación  $F=0.9 L_t^{3.9}$  (Fig. 45). Los datos anteriores reflejaron que para ambas especies la fecundidad incrementó proporcionalmente a medida que aumentó la longitud de los organismos.

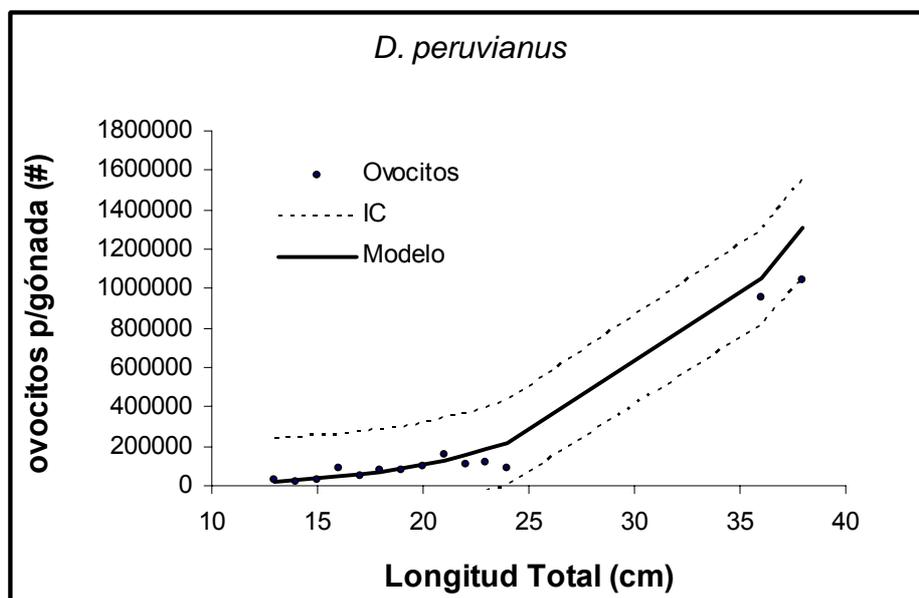


Fig. 45.- Fecundidad para la especie *D. peruvianus* (IC= Intervalo de confianza)

**7.5.4.2.- *Eucinostomus entomelas*:**

Las longitudes de los organismos que se analizaron para esta prueba estuvieron entre 13.9 y 23.5 cm. La fecundidad fluctuó entre 9,388 y 357,213 con un promedio de 118,227 ovocitos por individuo. La relación longitud-fecundidad se realizó con la finalidad de obtener el número de ovocitos por intervalo de talla y poder realizar predicciones subsecuentes, a partir de ésta relación la ecuación resultante fue:  $F = 0.67 L^{4.6}$  (Fig. 46).

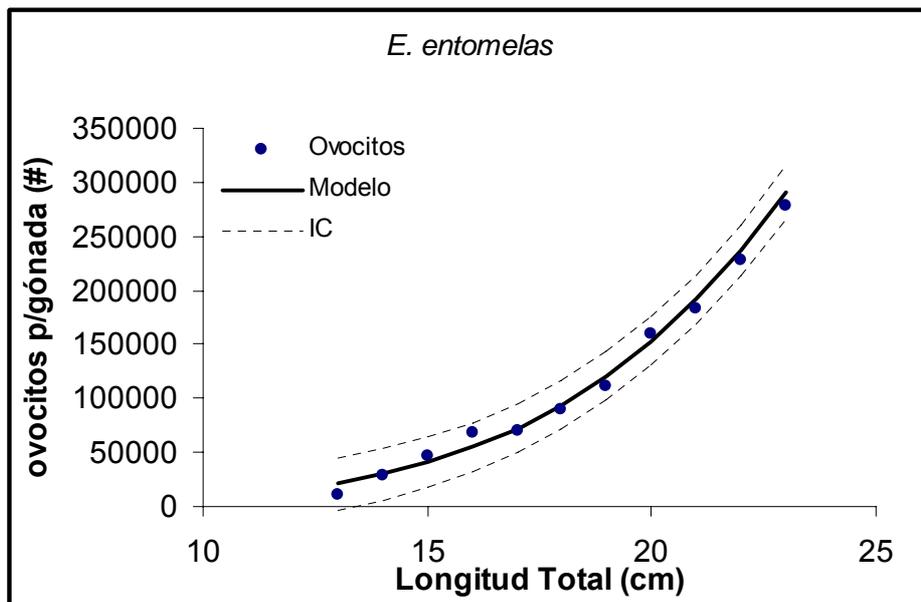


Fig. 46.- Fecundidad para la especie *E. entomelas* (IC= Intervalo de confianza)

#### 7.5.5.- Proporción machos:hembras

Se obtuvo la proporción machos:hembras para cada una de las especies (sin contemplar el número de juveniles). Para *D. peruvianus* la proporción resultante fue 2.8 machos por cada hembra, y para *E. entomelas* la proporción fue 1.66:1 (Tabla 7).

Tabla 7.- Proporción M:H para las especies *D. peruvianus* y *E. entomelas*.

	<i>D. peruvianus</i> (# organismos)	<i>E. entomelas</i> (# organismos)
Machos	266	98
Hembras	95	59
Juveniles	102	134
<b>Proporción M:H</b>	<b>2.8:1</b>	<b>1.66:1</b>
Sin asignar*	803	1599
TOTAL	1266	1890

\* Organismos a los cuales no se les determinó el sexo, solo se contaba con sus medidas biométricas (longitud y peso).

## 7.6.- TALLA DE RECLUTAMIENTO

### 7.6.1.- *Diapterus peruvianus*

Mediante el ajuste por mínimos cuadrados aplicado al modelo sigmoideal se obtuvo que la talla de reclutamiento fue de 15.1 cm, este valor resultó inferior a la talla de primera madurez la cuál se presentó a los 18.09 cm (Fig. 47).

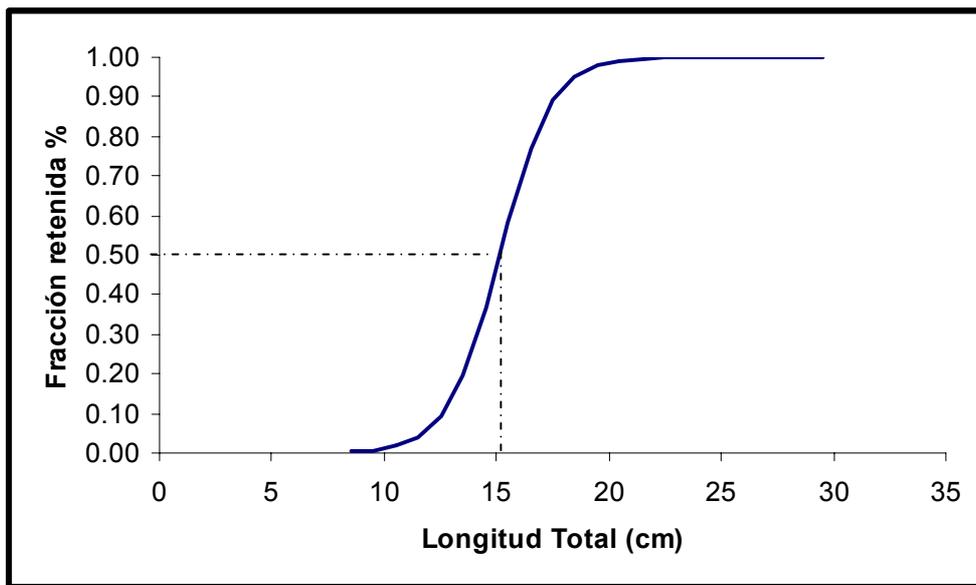


Fig. 47.- Representación de la talla de reclutamiento para la especie *D. peruvianus*.

### 7.6.2.- *Eucinostomus entomelas*

Para esta especie la talla de reclutamiento con el ajuste por mínimos cuadrados fue de 13.5 cm. Al igual que para *D. peruvianus*, esta talla también fue menor que la talla de primera madurez la cuál se presentó a los 16.3 cm (Fig. 48).

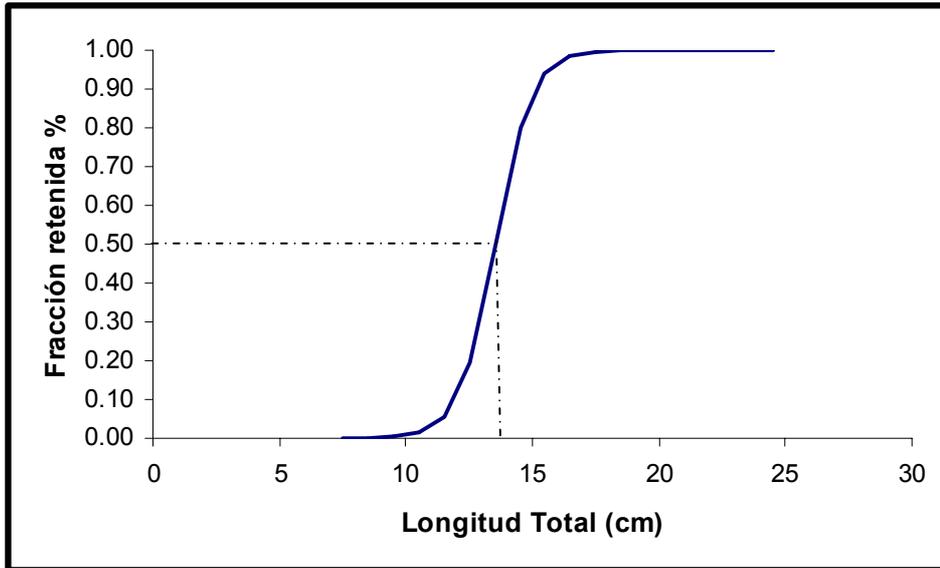


Fig. 48.- Representación de la talla de reclutamiento de la especie *E. entomelas*

## 7.7.- MORTALIDAD

### 7.7.1.- Mortalidad total (Z)

#### 7.7.1.1.- *Diapterus peruvianus*

La tasa de mortalidad total (Z) fue 0.8485 (Fig. 49) y la tasa de sobrevivencia (S) fue 0.4280, ambas expresadas en porcentaje fueron:  $Z\% = 57.19$  y  $S\% = 42.8$ , el coeficiente de correlación en el análisis de curva de captura linealizada ajustada por regresión lineal, y aplicada a los valores que estuvieron por encima de la talla de reclutamiento y que no estuvieron cercanos a la longitud máxima fue de 0.7834.

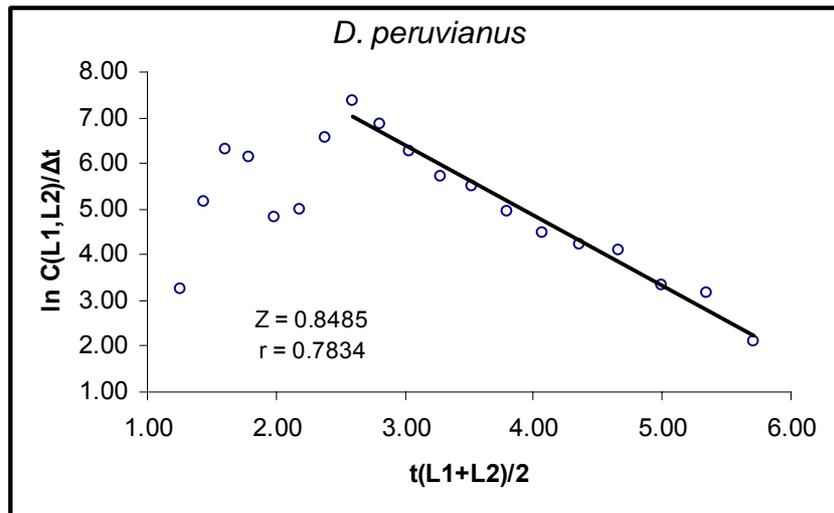


Fig. 49.- Representación de la pendiente de la curva de captura linealizada.

### 7.7.1.2.- *Eucinostomus entomelas*

El valor de Z obtenido para esta especie fue de 0.8476 (Fig. 50) y el de sobrevivencia de 0.428. Estos valores convertidos a porcentaje fueron  $Z\%=57.16$  y  $S\%=42.84$ , con un coeficiente de correlación de 0.6032. Dicha estimación al igual que con la especie anterior se ajustó por medio de una regresión lineal aplicada a los datos que estaban por encima de la talla de reclutamiento.

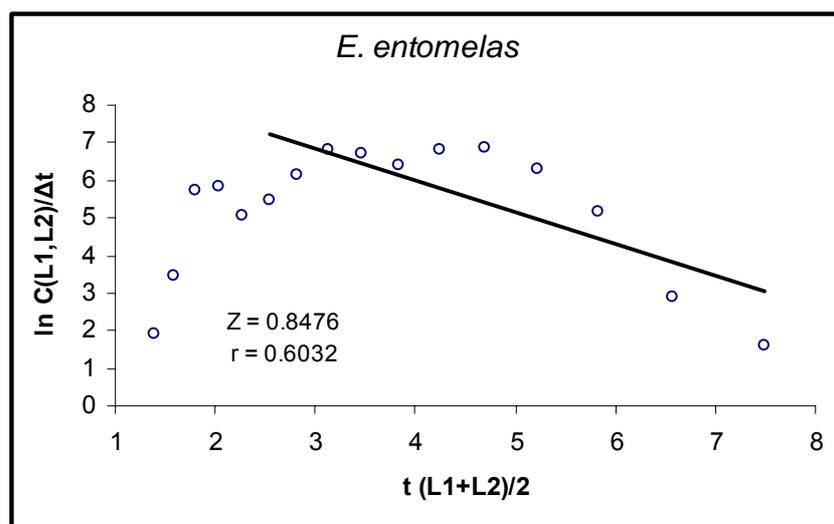


Fig. 50.- Representación de la pendiente de la curva de captura linealizada.

### 7.7.2.- Mortalidad natural (M)

En el software GIM se tomaron en cuenta siete intervalos de desarrollo, para cada especie, los cuales fueron: 1) Huevo, 2) Larva con saco vitelino, 3) Larva de alimentación exógena, 4) Alevín, 5) Juvenil, 6) Pre-adulto y 7) Adulto. Las longevidades empleadas para estimar la mortalidad natural fueron las obtenidas a partir de la longevidad máxima encontrada durante el análisis para cada especie, excepto para *D. peruvianus*, debido a que en la práctica es difícil encontrar organismos de edades como las máximas que se encontraron en este estudio (aproximadamente 9 y 10 años), por lo que se realizó el análisis con la longevidad anterior a los dos organismos antes mencionados (4 años), esto con la finalidad de brindar un enfoque más realista de la mortalidad natural de esta especie.

#### 7.7.2.1.- *Diapterus peruvianus*

Los datos introducidos al software elaborado por Morales-Bojóquez, *et al.*, (2003), fueron fecundidad media, mínima y máxima, el número de estadios de desarrollo, duración del primer estadio y la longevidad de la especie (Tabla 8).

Tabla 8.- Datos introducidos al programa GIM

<i>Fecundidad Media</i>	210,500 <i>ovocitos</i>
<i>Fecundidad Mínima</i>	19,485 <i>ovocitos</i>
<i>Fecundidad Máxima</i>	1,040,019 <i>ovocitos</i>
<i>Número de estadios</i>	7
<i>Intervalo del primer estadio</i>	2
Longevidad	3650 <i>días</i>

Los resultados obtenidos a partir de los datos anteriores para las constantes “a” y “G” fueron 2.50 y 16.5 respectivamente, a partir de los cuales surgieron los valores de mortalidad natural para cada intervalo de desarrollo (Tabla 9).

Tabla 9.- Mortalidad Natural para los diferentes estadios de desarrollo de la especie *D. peruvianus*.

Intervalo	Duración anualizada	Tiempo en días	M	Números	M estándar
1	0.0005	2	<b>3014.9</b>	40345	456.26
2	0.0014	5	<b>1208.01</b>	7733	182.81
3	0.0048	17.45	<b>345.56</b>	1482	52.29
4	0.0167	61	<b>98.85</b>	284	14.95
5	0.0584	213.24	<b>28.28</b>	54	4.27
6	0.2042	745.44	<b>8.09</b>	10	1.22
7	0.7139	2605.9	<b>2.31</b>	2	0.35

Ahora bien, para la misma especie pero con una longevidad menor, la cuál presentó una fecundidad máxima diferente (Tabla 10) se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 11).

Tabla 10.- Datos introducidos al programa GIM

<i>Fecundidad Media</i>	<i>79,444 ovocitos</i>
<i>Fecundidad Mínima</i>	<i>19,485 ovocitos</i>
<i>Fecundidad Máxima</i>	<i>157,212 ovocitos</i>
<i>Número de estadios</i>	<i>7</i>
<i>Intervalo del primer estadio</i>	<i>2</i>
<i>Longevidad</i>	<i>1460 días</i>

Tabla 11.- Mortalidad Natural para los diferentes estadios de desarrollo de la especie *D. peruvianus*.

Intervalo	Duración anualizada	Tiempo en días	M	Números	M estándar
1	0.0014	2	<b>3014.92</b>	40345	155.80
2	0.0027	4	<b>1208.01</b>	7733	77.90
3	0.0082	12	<b>345.56</b>	1482	25.90
4	0.0247	36	<b>98.85</b>	284	8.65
5	0.0740	108	<b>28.28</b>	54	2.88
6	0.2222	324	<b>8.09</b>	10	0.96
7	0.6667	973	<b>2.31</b>	2	0.32

Los valores de las constantes para este último caso fueron  $a=2.0$  y  $G=6.66$ , por otro lado a partir de los datos anteriores se puede observar que durante los primeros estadios o etapas de vida la mortalidad natural de los organismos fue mayor. El valor de  $M$  con ambas longevidades varió entre 8.65 y 456.26 (Fig. 51), lo cual representó una mortalidad entre el 98.4% y 99.17% desde el primer intervalo hasta que llegan a la etapa juvenil, lo que quiere decir que solamente 1.52% y 0.82% de los organismos llegan su etapa adulta.

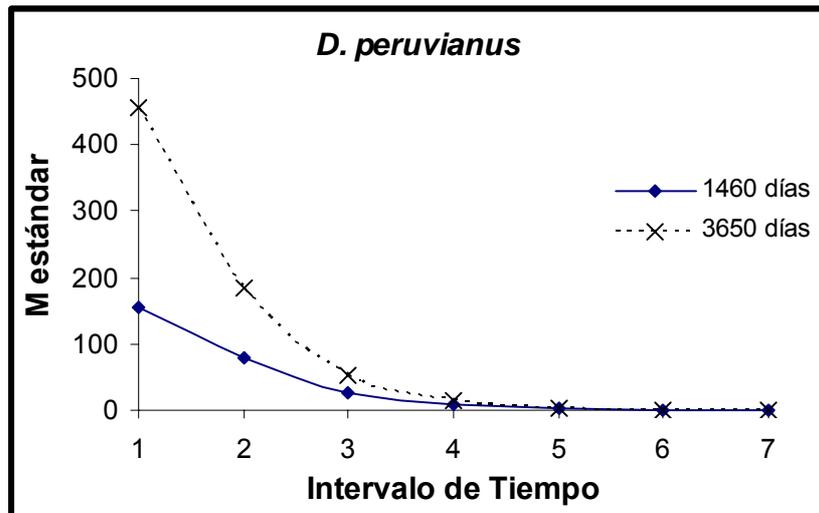


Fig. 51.- Representación gráfica de la mortalidad con respecto a los diferentes intervalos de vida de la especie.

Los resultados obtenidos para las otras tres estimaciones de mortalidad natural que se realizaron se muestran a continuación (Tabla 12), donde se presentan también los valores de  $F$ ,  $F$  óptima,  $F$  límite,  $E$  y la tasa de extracción (HR), así como también las dos estimaciones de mortalidad natural obtenidas con los intervalos gnomónicos a diferentes longevidades.

Tabla 12.- Tasas de mortalidad natural estimadas para la especie *D. peruvianus*

	King	Ralston	Gnomónico 1	Gnomónico 2
M	<b>0.307</b>	<b>0.431</b>	<b>0.320</b>	<b>0.350</b>
F	0.541	0.418	0.529	0.499
FOPI	0.154	0.215	0.160	0.175
Flim	0.205	0.287	0.213	0.233
HR	36.470	28.149	35.624	33.602
E	0.638	0.492	0.623	0.588

### 7.7.2.2.- *Eucinostomus entomelas*

En este apartado para esta especie solamente se realizó una estimación de la mortalidad natural, debido a que los intervalos de talla de los organismos estuvieron dentro del rango reportado por otros autores. Los datos de entrada que se utilizaron para el programa se reportan en la siguiente tabla (Tabla 13).

Tabla 13.- Datos introducidos al software GIM

<i>Fecundidad Media</i>	<i>115,756 ovocitos</i>
<i>Fecundidad Mínima</i>	<i>10,444 ovocitos</i>
<i>Fecundidad Máxima</i>	<i>278,565 ovocitos</i>
<i>Número de estadíos</i>	<i>7</i>
<i>Intervalo del primer estadio</i>	<i>2</i>
<i>Longevidad</i>	<i>2190 días</i>

A partir de la fecundidad y la longevidad, la mortalidad natural obtenida fluctuó entre 11.23 y 256.09 (Fig. 52) desde el primero al cuarto intervalo gnomónico, dicho resultado implica que desde que están en la etapa de huevo hasta que llegan a su etapa juvenil la tasa de mortalidad varía alrededor del 98.83%, por lo que solamente alrededor del 1.16% de la población llegará a su etapa adulta (Tabla 14).

Tabla 14.- Mortalidad Natural para los diferentes estadios de desarrollo de la especie *E. entomelas*.

Tiempo	Duración anualizada	Tiempo en días	M	Números	<b>M estándar</b>
1	0.0009	2	1715.41	24165	<b>256.03</b>
2	0.0018	4	776.04	5045	<b>115.82</b>
3	0.0065	15	241.72	1053	<b>36.07</b>
4	0.0208	45	75.29	220	<b>11.23</b>
5	0.0668	146	23.45	46	<b>3.50</b>
6	0.2145	470	7.30	10	<b>1.09</b>
7	0.6885	1507	2.28	2	<b>0.34</b>

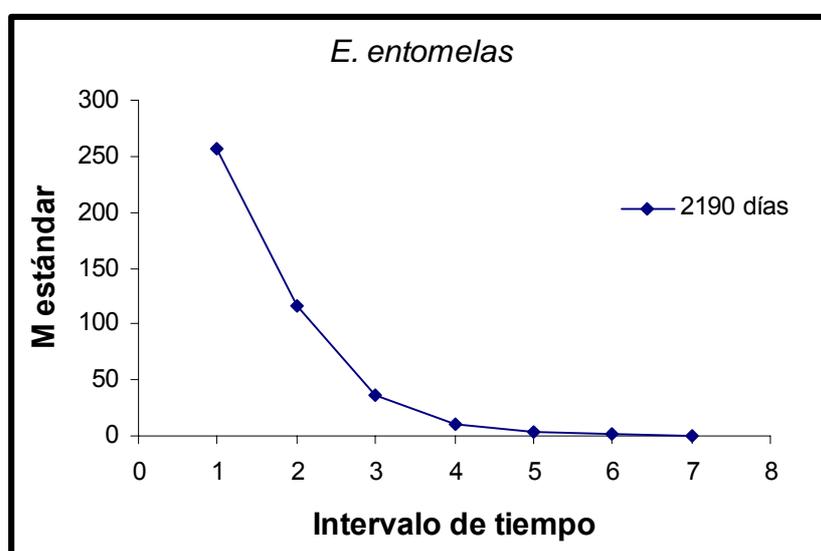


Fig. 52.- Mortalidad con respecto a los diferentes intervalos de vida de la especie.

Las tres estimaciones realizadas adicionalmente de mortalidad natural se muestran a continuación (Tabla 15), al igual que con la especie anterior se presentan también los valores de F, F óptima, F límite E y la tasa de extracción (HR).

Tabla 15.- Tasas de mortalidad natural estimadas para la especie *E. entomelas*.

	King	Ralston	Gnomónico
M	<b>0.554</b>	<b>0.761</b>	<b>0.340</b>
F	0.294	0.087	0.508
Fopt	0.277	0.380	0.170
Flim	0.369	0.507	0.227
E	0.347	0.103	0.599
HR	19.831	5.873	34.229

## 7.8.- MODELO DE RENDIMIENTO POR RECLUTA

### 7.8.1.- Rendimiento por recluta para *Diapterus peruvianus*

Para esta especie se hicieron dos estimaciones de rendimiento por recluta, debido a que al realizar los cálculos para este análisis resultaban valores muy por encima de los encontrados comúnmente en la práctica. Se estimó también el rendimiento por recluta con otros parámetros de crecimiento para la especie sin contemplar a los organismos de tallas mayores (36 y 38 cm), para la primera estimación se utilizó el peso máximo de 467.82,  $t_0 = -0.067$  y  $k = 0.38$ , y para la segunda estimación  $W_\infty = 1084$ ,  $k = 0.226$  y  $t_0 = 0.206$  (Tabla 16). Como resultado de la primera estimación el máximo rendimiento por recluta que puede incorporar un individuo a la pesquería fue de aproximadamente 550 g, con un valor de F de 0.7 (Fig. 53).

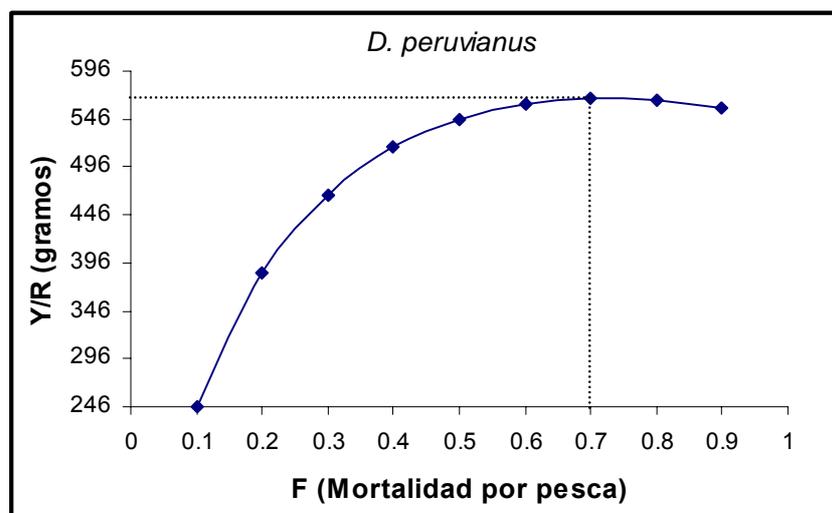


Fig. 53.- Rendimiento por recluta obtenido con  $W_{\infty}$  de 1084.31 g para la especie *D. peruvianus*.

Como se puede observar, en la estimación anterior existió una sobre estimación del rendimiento por recluta, debido a que éste resultado implica que cada organismo reclutado a la pesquería aporte a la misma alrededor de 550 g, hecho que no es fácil de encontrar, por lo que debido a esto se realizó una segunda estimación con otros datos de entrada (Tabla 16).

Tabla 16.- Datos de entrada para la segunda estimación de Y/R de *D. peruvianus*.

Parámetro	Valor/año
$W_{\infty}$	467.82
K	0.38
$T_0$	-0.067
$T_c$	3
$T_r$	2
M	0.35
S	0.4280

El máximo rendimiento por recluta obtenido a partir de estos datos fue de 143.7 g el cuál se presentó al ejercer una mortalidad por pesca de 0.6 (Fig. 54).

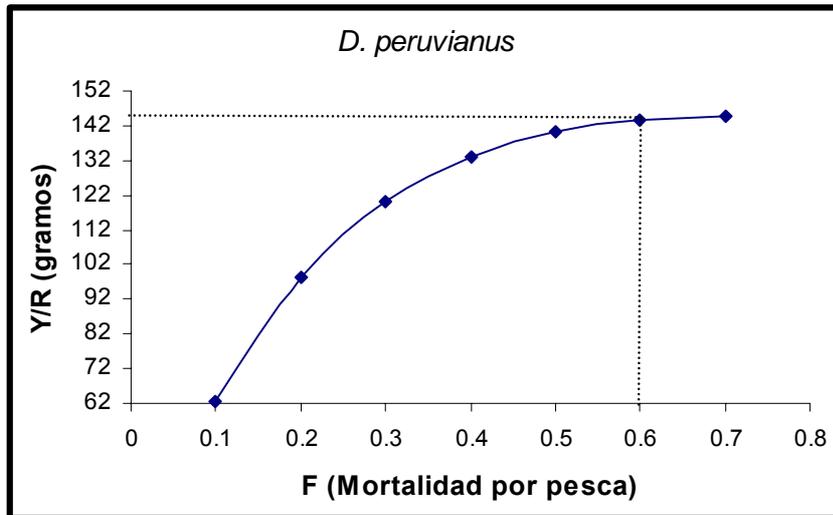


Fig. 54.- Y/R obtenido con  $W_{\infty} = 300$  g para la especie *D. peruvianus*.

Esta segunda estimación fue más realista debido a que el rendimiento por recluta en gramos que puede aportar cada organismo es de alrededor de 140 g y no de más de medio kilo tal como se mostró en la primer estimación, por lo que se consideró que ésta última relación obtenida brindó una interpretación más adecuada del rendimiento que puede aportar cada recluta a la pesquería.

### 7.8.2.- Modelo de rendimiento relativo para *Diapterus peruvianus*

El modelo relativo de rendimiento relativo por recluta, como se mencionó en la metodología, permite obtener información sobre los efectos biológicos y/o económicos de la pesca sobre los recursos pesqueros, por lo que ésta información es de utilidad en la toma de decisiones y medidas de administración de los mismos (Sparre y Venema, 1995). En este sentido, los resultados del modelo (Y/R)' de Beverton y Holt (1966) para esta especie, utilizando  $L_{\infty} = 38.65$  cm y  $M/K=1.55$ , indicaron que la tasa óptima de explotación a la cual se alcanzó el máximo rendimiento por recluta fue  $(Y/R'_{max}) E = 0,7 \text{ año}^{-1}$  (Fig. 55), esta cifra resultó mayor que el valor de la tasa de explotación actual  $E = 0,59 \text{ año}^{-1}$ , por lo

que una comparación de estos resultados permitió observar que el recurso se ha sometido a una intensa actividad pesquera.

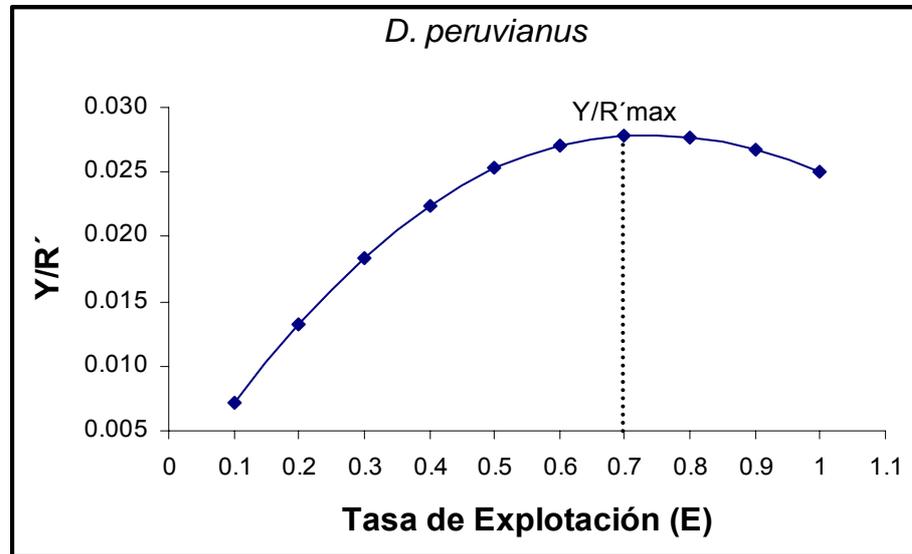


Fig. 55.- Modelo relativo de rendimiento por recluta para la especie *D. peruvianus* con relación a la tasa de explotación (E).

Este mismo análisis se realizó también con respecto a valores de F y se comparó con los valores de F óptimo ( $0.175 \text{ año}^{-1}$ ) y F límite ( $0.233 \text{ año}^{-1}$ ) obtenidos previamente en el apartado de mortalidad. En dichos resultados se pudo observar también que este recurso ha sido sometido a un gran esfuerzo pesquero (Fig. 56), debido a que el valor de F ( $0.49 \text{ año}^{-1}$ ) que hasta ahora se ha ejercido es mucho mayor que el valor de F límite y que el Y/R' máximo sostenible.

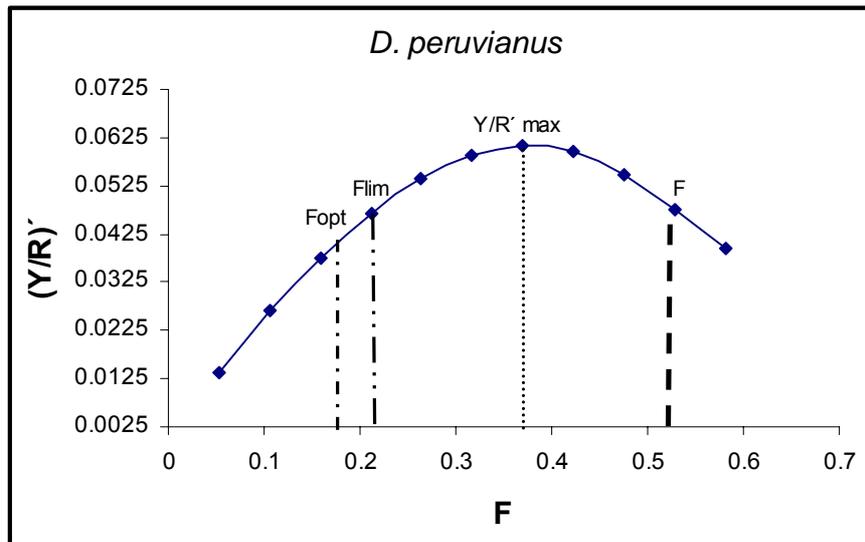


Fig. 56.- Modelo relativo de rendimiento por recluta para la especie *D. peruvianus* con respecto a valores de F.

Ahora bien, como se mencionó anteriormente en el análisis de rendimiento por recluta para esta especie se realizaron dos estimaciones, mismas que también se hicieron para el modelo relativo de rendimiento por recluta utilizando  $L_{\infty} = 31.86$  cm y  $M/K = 0.084$ , dichas estimaciones indicaron que la tasa óptima de explotación a la cual se alcanzó el máximo rendimiento por recluta fue  $E_{max} = 0.6$  año<sup>-1</sup> (Fig. 57), mientras que el valor de la tasa de explotación actual determinado con estos parámetros fue  $E = 0.62$  año<sup>-1</sup>, por lo que comparando estos dos valores se obtuvo que el recurso ha sobrepasado el esfuerzo al cuál se puede someter.

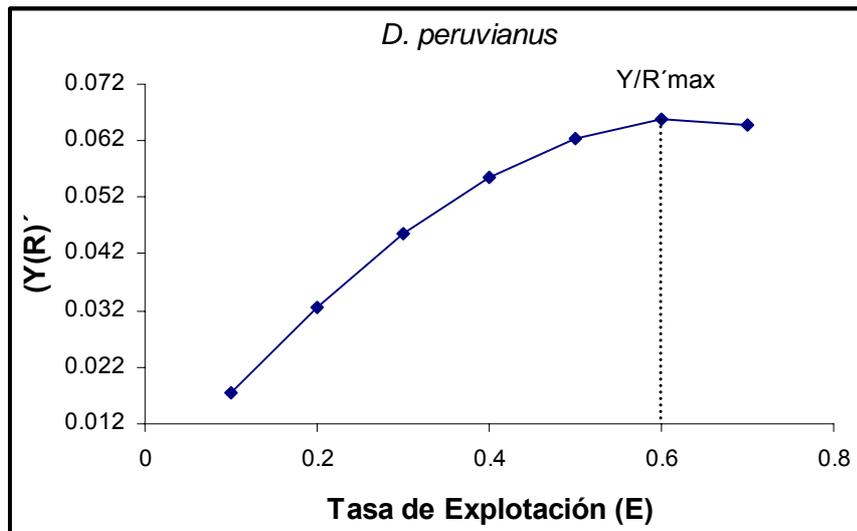


Fig. 57.- Modelo relativo de rendimiento por recluta para la especie *D. peruvianus* con relación a la tasa de explotación (E).

La resultante del modelo relativo de rendimiento por recluta expresado con valores de F mostró que el rendimiento por recluta máximo se encontró a un valor de  $F=0.37\text{año}^{-1}$ , por lo que se comparó este valor con el F óptimo obtenido en la estimación de mortalidad que fue  $0.529\text{ año}^{-1}$ , así como también con el F límite ( $0.213\text{ año}^{-1}$ ), en donde se pudo observar que es esfuerzo que se está aplicando a esta pesquería actualmente es mucho mayor que el esfuerzo óptimo que se debe ejercer (Fig. 58).

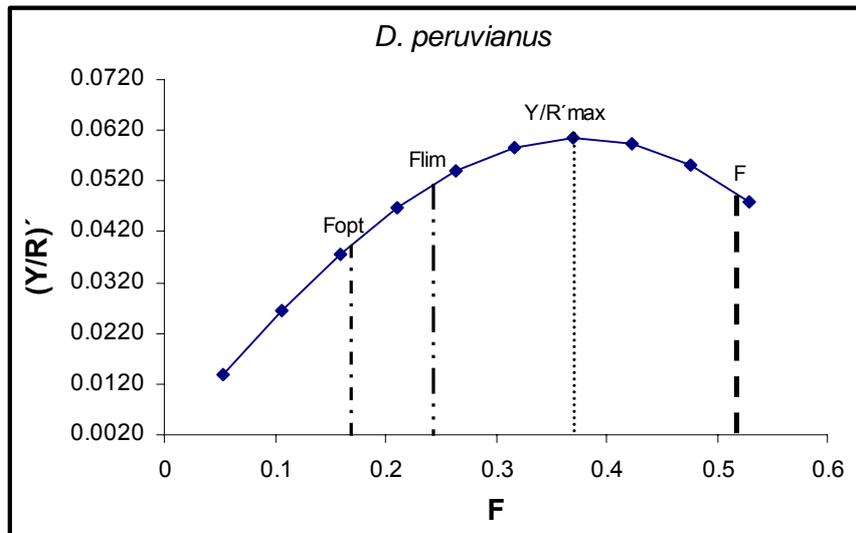


Fig. 58.- Modelo relativo de rendimiento por recluta para la especie *D. peruvianus* con respecto a valores de F.

### 7.8.3.- Rendimiento por recluta para *Eucinostomus entomelas*

Para esta especie, no hubo necesidad de realizar dos estimaciones, debido a que el rango de las biometrías de los organismos utilizados en este trabajo aparece comúnmente dentro de las capturas (Tabla 17). Debido a esto se estimó que el máximo rendimiento por recluta para esta especie fue de 75.4 g con un valor de F (mortalidad por pesca) de 0.5 (Fig. 59).

Tabla 17.- Datos de entrada para la segunda estimación de Y/R de *E. entomelas*.

Parámetro	Valor/año
$W_{\infty}$	250
K	0.46
To	-0.31
Tc	3
Tr	2
M	0.34
S	0.428

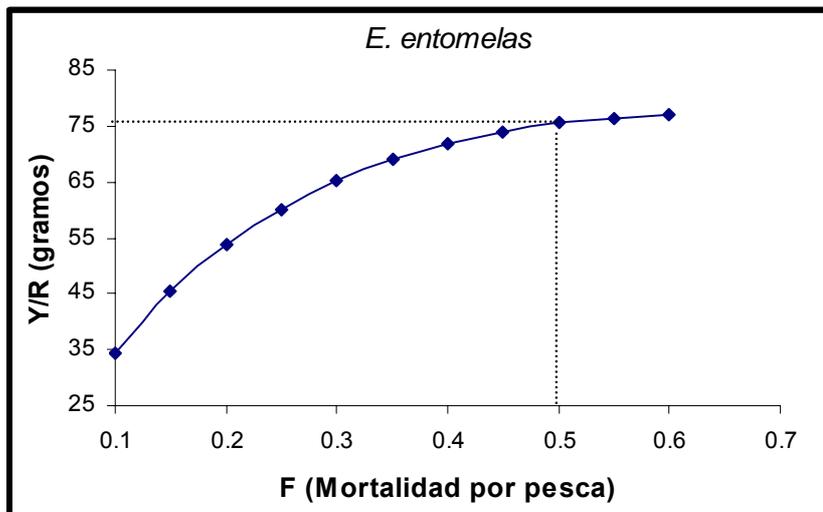


Fig. 59.- Y/R obtenido para la especie *E. entomelas*.

#### 7.8.4.- Modelo relativo de rendimiento por recluta para *Eucinostomus entomelas*

Para la estimación del modelo relativo de rendimiento por recluta se utilizaron los parámetros  $L_{\infty}=24.96$  cm y  $m/K=0.74$ , a partir de los cuales se obtuvo que el rendimiento máximo para esta especie se localizó en el valor de  $F=0.406$  año<sup>-1</sup>, se comparó esta cifra con  $F$  óptimo= 0.17 año<sup>-1</sup> y  $F$  límite = 0.227 año<sup>-1</sup>, y se pudo observar que fue casi el doble que las estimaciones anteriores, por lo que se corroboró que estos organismos se han sometido a una intensa actividad pesquera (Fig. 60).

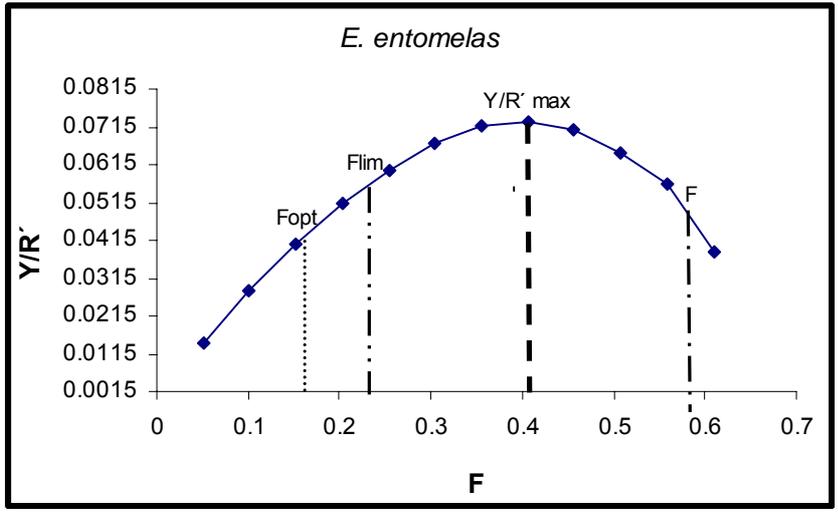


Fig. 60.- Modelo relativo de rendimiento por recluta para la especie *E. entomelas* con respecto a valores de F.

## 8.- DISCUSIÓN

### 8.1.- ABUNDANCIA RELATIVA Y VOLUMEN DE CAPTURA

*E. entomelas* y *D. peruvianus* representan cerca del 56% de las capturas de escama en la pesca industrial del camarón en Sinaloa, y el 71% en la bahía de Santa María la Reforma. El hecho de que en el presente estudio se analizaran más organismos procedentes de la bahía de Santa María la Reforma que de la costa de Sinaloa, se debe a que las muestras obtenidas en altamar son una submuestra aleatoria de la población de peces capturada por los barcos camaroneros, y no un análisis total de la muestra como lo es el caso de los organismos procedentes de Santa María. Sin embargo es importante considerar que al extrapolar la muestra obtenida por barcos camaroneros a la captura total, se puede obtener una aproximación a la cantidad real capturada de estas especies, y de esta manera hacer inferencias acerca del impacto que la pesquería del camarón tiene sobre los stocks de las mismas. Por otro lado, en los estudios enfocados a analizar el impacto de la pesca de camarón sobre la fauna de peces, se puede observar la importancia de *E. entomelas* y *D. peruvianus* dentro de las capturas, por citar unos ejemplos se encuentran los trabajos de Amezcua, *et al.*, (2006) y Moreno-Flores, (2004) para el sistema lagunar estuarino de Santa María la Reforma, en donde muestran que las especies *E. entomelas* y *D. peruvianus* son dos de las más abundantes (15 y 17% respectivamente). Un aspecto importante a considerar en los cambios de la composición y abundancia de las capturas de peces es su relación a las variaciones cíclicas anuales asociados con las corrientes (Madrid-Vera y Sánchez; 1997), por lo que se sugiere que para futuros trabajos sobre este tema se considere dicho factor, así como también los cambios de la temperatura y salinidad, entre otras variables.

Otros autores en estudios realizados en diferentes sistemas lagunares, mencionan que las dos especies objetivo de este trabajo son de gran abundancia, por citar algunos se encuentran el de Delgado-Ochoa (1995) en el sistema lagunar el Ermitaño-Agua Dulce, Jalisco, en donde menciona que contribuyen con

alrededor del 57% en las capturas, así mismo, Yepiz (1990) y Varela (1990) demuestran que *E. entomelas* y *D. peruvianus*, son especies con alta frecuencia de aparición en tres lagunas del estado de Sonora (bahía de Lobos, bahía de Guásima y el estero Los Algodones) donde aportan con el 36% y 23% respectivamente. De acuerdo a lo anterior y considerando los datos obtenidos en este trabajo se puede observar que a lo largo de la costa del Pacífico las especies objetivo de este estudio son muy abundantes y frecuentemente aparecen dentro de las capturas realizadas con diferentes artes de pesca.

El que estas dos especies sean tan abundantes dentro de las capturas en los diferentes estudios ictiológicos realizados por diversos autores, provoca el interés de estudiar estas poblaciones de peces más a fondo, con el objetivo de conocer diferentes aspectos de su ciclo de vida, y con la finalidad de se aprovechen más por los pescadores.

## **8.2.- DISTRIBUCIÓN**

Mediante los mapas de distribución se puede observar que la abundancia y biomasa de cada especie cambia con respecto a las diferentes épocas del año, durante la primavera la especie *D. peruvianus* se encuentra principalmente dentro de la bahía de Santa María, durante el verano, otoño e invierno su distribución es casi uniforme a lo largo de la costa de Sinaloa, pero para estas dos últimas estaciones la biomasa disminuye considerablemente. Para *E. entomelas* durante el invierno su distribución es principalmente alrededor de la bahía de Santa María la Reforma con biomasa elevada, durante la primavera es uniforme a lo largo de la costa de Sinaloa, finalmente en verano y otoño se distribuye mayormente hacia el norte (desde bahía Ceuta hasta Topolobampo). De acuerdo a lo anterior se puede observar una tendencia en la distribución de los organismos de acuerdo a las diferentes épocas del año, sin embargo, sería importante comprobar estas suposiciones contando con información de las características medioambientales con la finalidad de que se pueda reflejar su influencia sobre los organismos hacia determinada zona de acuerdo a los cambios de temperatura.

### 8.3.- RELACIÓN LONGITUD-PESO

Ambas especies muestran un crecimiento alométrico positivo, es decir, el incremento en peso con respecto a la longitud es mayor, o bien, el incremento en longitud que equivale a  $b$  incrementos en el peso. Según Lagler *et al.*, (1977), los valores en los que puede estar distribuida la pendiente de la ecuación de crecimiento varía desde 2.5 a 4. Las dos especies de este trabajo se encuentran dentro de dicho intervalo. Diversos autores han obtenido la ecuación que relaciona la longitud y el peso de estas especies, tal es el caso de Fuentes y Gaspar (1981) y Cabrera-Peña *et al.*, (1995) para la especie *D. peruvianus*, quienes concluyen que el tipo de crecimiento es isométrico ( $b=3$ ). Por otro lado Ayála-Pérez *et al.*, (2001) encuentran que la relación talla-peso para la especie *D. rhombeus* presenta una tendencia alométrica positiva. Tales diferencias en las determinaciones del tipo de crecimiento de los organismos pueden ser debidas tanto a la distribución de tallas, como al número de organismos que se analiza, esto es, en los primeros estudios mencionados se realiza el análisis con un menor número de organismos (829 ejemplares), y el rango de tallas que presentan varía desde 14 a 30 cm LT, mientras que en el presente análisis para esta especie la distribución de tallas fluctúa desde 8 hasta 38 cm LT, procedentes de 1890 organismos. Con lo que respecta para la especie *E. entomelas*, González (1987) determina que el tipo de crecimiento es alométrico positivo ( $b=3.58$ ), si bien este valor es mayor al obtenido en el presente estudio ( $b=3.21$ ), ambos coinciden en que el crecimiento en peso es mayor con respecto a la longitud. De acuerdo al intervalo de confianza del parámetro  $b$  que se obtuvo en este estudio (3.18 a 3.24) para *E. entomelas* se puede observar que la estimación de González (1987) sobrepasa el valor máximo obtenido, sin embargo ésta diferencia se puede atribuir al rango de tallas analizadas por dicho autor. Mientras que para la especie *D. peruvianus* los intervalos de confianza variaron de 3.05 a 3.15, por lo que los datos obtenidos por Fuentes y Gaspar (1981) y Cabrera-Peña *et al.*, (1995) están incluidos dentro de estos valores y por tanto reflejan que el tipo de crecimiento para esta especie es alométrico positivo.

Con respecto a la distribución de tallas de los organismos a lo largo de la costa de Sinaloa y la bahía de Santa María se han realizado algunos escritos en diferentes sistemas lagunares, en los cuales se menciona que la familia de las mojarra utiliza o depende de los sistemas lagunares para realizar parte de su ciclo de vida, específicamente la fase de crianza y alimentación (Aguirre-León, Yáñez-Arancibia y Amezcua-Linares, 1981), e inclusive que al crecer emigran al mar para reproducirse (González, 1987). Mediante estos argumentos se podría pensar que solamente en estas áreas se presentarían en su mayoría organismos en etapa de larva o juveniles, y los adultos se distribuirían mayormente en altamar. Sin embargo, a partir de las curvas de la relación longitud-peso para los organismos capturados en altamar y los capturados en la bahía de Santa María la Reforma, se obtiene que no hay diferencia significativa entre ambas áreas, es decir, la distribución de tallas es similar a lo largo de la costa de Sinaloa y dentro de la bahía, por lo que posiblemente estos organismos no dependen necesariamente del sistema lagunar para completar su ciclo de vida, y que podemos encontrar organismos desde su etapa juvenil hasta su etapa adulta distribuidos en ambas áreas. A pesar de esto, es importante señalar que se puede mejorar el resultado obtenido en este trabajo realizando muestreos específicos para capturar estos organismos tanto dentro como fuera de la bahía de Santa María, ya que la gran mayoría de las mojarra obtenidas en este estudio forman parte de la fauna de acompañamiento de camarón, es decir, no fue un muestreo específico para capturar a estas especies, mejorar este tipo de estimación daría un enfoque más preciso para saber si en realidad la distribución de estas especies depende o no de estos sistemas. No obstante, los resultados obtenidos en este trabajo son estimaciones preliminares confiables, debido al largo período de obtención de muestras.

#### **8.4.- EDAD Y CRECIMIENTO:**

Las constantes del modelo de von Beralanffy obtenidas por Ramos-Pelcastre (1995), Vázquez-Silva (1987) y Cabrera *et al.*, (1996) para la especie *D.*

*peruvianus* son diferentes a las obtenidas en el presente estudio, este hecho puede ser debido a la distribución de tallas analizadas ya que en el presente trabajo se reportan tallas para esta especie de 36 y 38 cm de LT, mientras que en los estudios anteriores la longitud máxima observada fluctúa alrededor de 22 cm de LT. Un aspecto importante a considerar en este análisis fue la necesidad de realizar dos estimaciones de los parámetros de crecimiento para esta especie, ya que la presencia de organismos de tallas mucho más grandes a las reportadas, así como la ausencia de organismos entre la longitud de 22 cm y 36 cm incorpora incertidumbre al momento de ajustar los datos a la distribución multimodal, mediante la cuál se determina la moda a la que pertenecen estos organismos de tallas tan grandes. Por lo que en este estudio se considera que utilizando los organismos más grandes se describe el modelo de crecimiento biológico, debido a que se sabe que esta especie puede llegar a tener organismos de esta talla. Sin embargo, la segunda estimación se debe a que comúnmente no es fácil encontrar tallas tan grandes como las reportadas en este trabajo y por cuestiones comparativas, así como también de manejo del recurso se considera que esta segunda estimación refleja los parámetros de la ecuación de crecimiento con tallas comúnmente encontradas en la práctica.

Para la especie *E. entomelas*, al igual que para *D. peruvianus* mediante el análisis multimodal se presentan tres grupos de edad, sin embargo no es posible comparar los resultados obtenidos en el presente estudio con otros trabajos, debido a que no se encontraron datos de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy para esta especie, ni para el género. A pesar de esto, se considera que los resultados obtenidos en el presente análisis son válidos, debido a que se contó con un amplio intervalo de tallas muestreado (7.2 a 24.3 cm LT), desde organismos juveniles hasta adultos, inclusive con longitudes mayores que la máxima reportada para la especie (18 cm SL ~ 22 cm LT) (Bussing, 1995).

Es importante tomar en cuenta que las estimaciones de edad mediante el análisis de frecuencia de tallas según la literatura no son muy exactos (DeVries y Frie, 1996), sin embargo, para estas especies aún no se han realizado determinaciones de la edad con estructuras óseas tales como otolitos o escamas,

hecho por el cuál se recomienda que se analice y valide este tipo de estructuras para estimar la edad de los organismos.

## **8.5.- REPRODUCCIÓN:**

### **8.5.1.- Estadíos gonadales**

En este contexto se puede señalar que, de acuerdo con los resultados obtenidos en este escrito, en altamar existe una cantidad mayor de hembras maduras con respecto a la bahía de Santa María para ambas especies. Durante la estación de verano hay un mayor porcentaje de hembras maduras de la especie *D. peruvianus*, y durante la primavera de *E. entomelas*. Al comparar estos resultados con el IGS, se puede observar que, durante estas épocas se encuentra el mayor valor del IGS, por lo que se puede deducir que durante dichas épocas del año ambas especies realizan su reproducción. Estudios sobre este tema realizados para otras especies de la misma familia (Austin, 1971; Etchevers, 1978; González, 1987; Delgado-Ochoa, 1995; Rueda y Santos-Martínez, 1999; Aguirre-León y Díaz-Ruíz, 2000) señalan que en estas estaciones del año es viable que se presente la reproducción de estas especies, por lo que el resultado obtenido en este trabajo revela datos importantes, y adecuados respecto a la reproducción de estos organismos.

### **8.5.2.- Índices biológicos**

Los peces al igual que otros organismos, poseen tasas metabólicas altas debido al intenso trabajo muscular que despliegan. La grasa sustituye una fuente de energía, por lo que los cambios en el contenido de proteínas, lípidos y agua hacen variar el peso relativo del hígado y las gónadas. El índice gonadosomático y el índice hepatosomático, ofrecen una buena información sobre la actividad funcional del organismo (Bustamante *et al.*, 1994).

Mendo y Samame (1988) afirman que el índice gonadosomático sugiere un patrón definido de desove, en el cuál hay un incremento del IG en la época de

madurez y un decremento de los valores del IG cuándo ocurre la época de desove. De lo anterior se deduce que la especie *D. peruvianus* tiene su época de maduración durante las estaciones de primavera y verano y el desove de las hembras ocurre principalmente durante el otoño, seguido de la estación de invierno. En algunas especies el peso del hígado disminuye cuando se está llevando a cabo la reproducción, es decir el índice gonadosomático y el hepatosomático pueden comportarse de manera inversa (Amezcuca-Martínez, 2000). Hecho que se puede observar en *D. peruvianus*, debido a que durante la época en la que el IG es mayor (primavera y verano) el índice hepatosomático presenta valores bajos, y aumenta relativamente al llevarse a cabo el desove. Lo que puede ser atribuido a las razones anteriormente señaladas, por ejemplo, la demanda energética del organismo. Para la especie *E. entomelas* se observa que el IG máximo es durante la primavera, y el resto del año se mantiene constante. El IH es menor durante la primavera y aumenta desde verano a invierno teniendo su máximo valor durante el otoño, lo cuál podría indicar que la época de maduración la lleve a cabo durante la estación de primavera y el resto del año realice desoves parciales. Existen algunos estudios con respecto al comportamiento del IG a través del año, por citar algunos se encuentra el de Rueda y Santos-Martínez (1999), en donde para la especie *Eugerres plumieri* detectan que madura de noviembre a mayo (Invierno a primavera) y desovan de junio a septiembre (verano a otoño); Aguirre-León y Díaz-Ruíz (2000) para la misma especie, observan que a través del año, los valores más altos del IG se registran durante la época de lluvias (verano). Por lo que analizando esta información se puede pensar que las especies de esta familia tienen la misma estrategia reproductiva a lo largo del año.

### **8.5.3.- Longitud a la madurez sexual**

Datos de longitud de primera madurez para las especies objetivo previos a este trabajo no han sido reportados, sin embargo, existen estudios relacionados con especies de la misma familia, por ejemplo, Austin (1971); Aguirre-León y Yañez-Arancibia (1984), reportan para *D. rhombeus* una longitud de primera madurez

mucho menor que las obtenidas. Tales variaciones pueden ser justificadas por el hecho de que las tallas que se analizan por Austin y Aguirre-León en sus estudios son mucho menores a las del presente análisis, es por ello que existe una gran variación en las longitudes de primera madurez para ambas especies. Una manera de obtener estimaciones adecuadas de este parámetro es mediante muestreos periódicos, que permitan establecer con mayor confiabilidad dicha longitud. La talla de madurez refleja que los organismos maduran aproximadamente entre uno y dos años de edad. Considerando que ciclo de vida de estas especies es corto y que la madurez se realizan a una temprana edad, en longitudes relativamente pequeñas, se asume que posiblemente la talla de madurez sea una estrategia reproductiva cuya finalidad sea la de reproducirse lo más rápido posible antes de alcanzar su talla de primera captura. Los muestreos para este trabajo fueron periódicos, y se analizó un amplio intervalo de tallas, por lo que se asume que las estimaciones presentadas en este estudio son adecuadas para ambas especies.

#### **8.5.4.- Fecundidad**

El análisis de la fecundidad es de utilidad para evaluar el tamaño de la población reproductora, la supervivencia y la determinación del número de individuos necesarios para que una población prevalezca. Todo esto se genera a partir de las estimaciones cuantitativas de huevos (ovocitos) y larvas de las especies (Saborido y Junquera, 2003). En este caso para la especie *Diapterus peruvianus* se estima una fecundidad, a partir del conteo de ovocitos, que varía desde 19,484 hasta 1,040,019 ovocitos por individuo y para *Eucinostomus entomelas* 9,388 a 357,213 ovocitos. El número de ovocitos encontrado por individuo para la especie *D. peruvianus* es muy cercano a los obtenidos por Rueda y Santos-Martínez (1999), quienes reportan para la especie *Eugerres plumieri* una alta fecundidad (de 85,345 a 953,870 ovocitos por gónada). González (1987) estima que para la mayoría de las especies pertenecientes a la familia Gerreidae la fecundidad varía desde 18,000 a 70,000 ovocitos por pez, sin embargo, las

fecundidades promedio obtenidas en el presente trabajo para ambas especies son superiores (113,452 y 118,227) a las estimaciones anteriormente mencionadas. Tales variaciones pueden ser debidas a que cuándo se realiza la asignación del estadio macroscópicamente se puede confundir con otro estadio menor o mayor al que se está señalando, es por esta razón que es importante hacer uso de herramientas histológicas en este tema, debido a que se asigna exactamente el estadio en el que se encuentra la gónada y por tanto el número de ovocitos para estimar la fecundidad es más preciso. Una fecundidad elevada como la que se determina en este trabajo puede implicar que las especies de la familia Gerreidae presenten altas mortalidades naturales, debido a diversas causas; tales como la expulsión al medio de altas cantidades de ovocitos susceptibles de ser fecundados y que muy pocos logren ser fecundados, que durante su etapa de desarrollo sean depredados por otros organismos, que durante ciertas fases de su ciclo de vida sean más susceptibles a enfermedades, entre otras causas más, que hacen que la población reproductora mantenga el stock de peces en un rango adecuado para las especies. Debido a lo anterior, los valores de fecundidad en este trabajo son discutidos también en el apartado de mortalidad natural, en donde se refleja que es un hecho, que estos organismos presentan altas mortalidades naturales y que solo una pequeña proporción de organismos llega a su etapa adulta, razón por la cuál estas especies necesitan realizar diversas estrategias reproductivas (en este caso alta fecundidad) para mantener la población.

#### **8.5.5.- Proporción machos:hembras**

La proporción que guardan la relación machos:hembras para estas especies aún no ha sido reportada, sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio se comparan con los reportados para la especie *D. rhombeus* la cuál pertenece a la misma familia. Austin (1971) reporta una proporción de 3M:1H, relación que resulta muy similar a la obtenida en este trabajo (*D. peruvianus* fue 2.8:1 y para *E. entomelas* 1.66:1). Sin embargo, Aguire-León y Díaz-Ruíz (2000), reportan valores muy diferentes, los cuales implican que la proporción macho:hembra tiene

una relación 1.5M: 2.9H. Casos como el anterior en donde se presenta una proporción de hembras mayor a los machos es común encontrarla en la literatura para diversas especies de peces, por lo que Pérez-González (1995) explica que esto puede ser debido a que, al desarrollarse las gónadas de las hembras ocupan un gran espacio en su cavidad abdominal, y tienen poca movilidad, la cuál impide que escape de la red y por lo tanto sea capturada. En el caso en el que esta proporción se encuentra a favor de los machos, puede atribuirse este hecho a que posiblemente las especies de este sexo se encuentran próximos al área de acción de los artes de pesca y que las hembras se encuentren en zonas de difícil acceso por lo que no son fácilmente capturadas (Menezes, 1976). A pesar de esta última relación, es importante señalar que el número de datos que se contemplan para el análisis de Aguirre-León y Díaz-Ruíz es inferior (363 organismos) al que se utilizó en este trabajo (3156 organismos) por lo que posiblemente la estimación encontrada en este estudio refleje la proporción que guardan entre sexos ambas especies.

## **9.5.- MORTALIDAD**

Los valores de la mortalidad total ( $Z$ ) estimados mediante la curva de captura linealizada para *D. peruvianus* y para *E. entomelas* se encuentran alrededor de 0.8485 y la sobrevivencia de 0.4280. Es decir, por cada 100 individuos, mueren 84 tanto por mortalidad natural como por pesca, y solo sobreviven 42 de estos organismos, los cuales deben tener la capacidad para regenerar la biomasa de la población que ha desaparecido, ya sea mediante el crecimiento de sus individuos, o de su capacidad de reproducción. Un resultado similar a lo obtenido en el presente estudio es el que reporta Rueda y Santos-Martínez (1999), dichos autores obtienen un valor de  $Z= 0.97$ , estos valores reflejan que las especies de la familia Gerreidae presenta una mortalidad total alta, y debido a esto los organismos están sujetos a realizar diversas estrategias durante su ciclo de vida (altas fecundidades, rápido crecimiento) con la finalidad de que los stocks de peces se recuperen.

Por otro lado las estimaciones de mortalidad natural a partir de los intervalos de tiempo gnomónicos para las especies de la familia Gerreidae son nulas. Este tipo de análisis solamente han sido aplicados con anterioridad para estimar la mortalidad natural del camarón (Ramírez-Rodríguez, 2002; Ramírez-Rodríguez y Arreguín-Sánchez, 2003) y sardina (Martínez-Aguilar *et al.*, 2005). Con el objeto de establecer la confiabilidad de las estimaciones de mortalidad mediante éste nuevo método, se realizaron comparaciones con otras estimaciones de mortalidad natural obtenida con dos métodos distintos. Los resultados reflejan que los valores de M obtenidos con dichos métodos son muy similares a las estimaciones de la mortalidad natural mediante intervalos de tiempo gnomónico, siendo estos más cercanos a los valores obtenidos con la estimación del modelo de King para ambas especies, y un poco diferentes a las estimaciones realizadas con el modelo de Ralston, razón por la cuál se considera que es adecuado utilizar el método de intervalo gnomónico para estimar la mortalidad natural de las especies de esta familia. Un estudio similar al presente en donde se estima M es el de Rueda y Santos-Martínez (1999) en el cuál *Eugerres plumieri* presenta una tasa de mortalidad natural igual a  $0.77 \text{ año}^{-1}$ , este valor es relativamente diferente al obtenido en este estudio, esto puede ser debido a la biología de cada especie, principalmente a su fecundidad. Es importante señalar que la estimación de M mediante intervalos de tiempo gnomónicos es muy precisa, debido a que incorpora valores de fecundidad de las especies, sus diferentes etapas de vida y la longevidad máxima de los organismos, razón por la cuál es recomendable utilizar este tipo de análisis para estimar la mortalidad natural de las especies.

Finalmente, en este apartado la estimación de F (mortalidad por pesca) de los valores encontrados en el presente análisis ( $F= 0.448$  *D. peruvianus* y  $F= 0.30$  *E. entomelas*) muestran gran similitud a los obtenidos por Rueda y Santos-Martínez (1999), quienes manejan un valor de  $F= 0.40 \text{ año}^{-1}$ , con una tasa de explotación de 0.61. Estos valores son de gran importancia, debido a que nos indican el estado actual de la pesquería o del stock en estudio, sin embargo, esto se ve reflejado en los análisis de rendimiento por recluta (Y/R) que se presentan en el apartado final del escrito. Por lo pronto, el valor de F encontrado en este

estudio se considera adecuado para las especies en que se analizó dicha estimación.

## 8.6.- MODELO DE RENDIMIENTO POR RECLUTA

Este tipo de modelos nos permite obtener información sobre los efectos biológicos y/o económicos de la pesca sobre los recursos pesqueros, por lo que son de utilidad en la toma de decisiones y medidas de administración de los mismos (Sparre y Venema, 1995). En este trabajo es importante señalar que el modelo de rendimiento por recluta debe ser considerado como una estimación preliminar, debido a que, no cumple con algunos de los supuestos básicos del mismo, sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio pueden ser utilizados confiablemente, debido a que son similares a los obtenidos por otros autores en diferentes áreas de estudio para especies de la misma familia. En este sentido, los resultados del modelo (Y/R)´ de Beverton y Holt (1966) para la especie *D. peruvianus* indican que la tasa óptima de explotación a la cuál se alcanza el máximo rendimiento por recluta ( $E = 0.7 \text{ año}^{-1}$ ) es mayor al valor de la tasa de explotación actual ( $E = 0.49 \text{ año}^{-1}$ ), dichos valores reflejan que el recurso está siendo sometido a una intensa actividad pesquera. Con respecto a valores de  $F$  ( $0.42 \text{ año}^{-1}$ ), se puede observar que el valor que la mortalidad por pesca que se está llevando a cabo actualmente es dos veces mayor que  $F$  óptimo y rebasa también la  $F$  límite. Debido a esto se considera que el recurso a pesar de ser parte de la fauna de acompañamiento de camarón está siendo sometido a un gran esfuerzo pesquero. Lo mismo ocurre para la especie *E. entomelas*, pero con un menor impacto, ya que tanto la tasa de explotación, así como los valores de  $F$  no son tan altos como los de *D. peruvianus*. En un estudio similar realizado por Rueda y Santos-Martínez (1999) se reporta que para la especie *Eugerres plumieri* es recomendable no incrementar el esfuerzo pesquero, e inclusive se menciona que se debe incrementar la longitud de primera captura de esta especie, sin embargo debido a que estos organismos son producto de la pesca incidental resulta difícil llevar a cabo este tipo de regulaciones.

De acuerdo a los análisis de rendimiento por recluta aplicado para ambas especies, se determina que las poblaciones están siendo impactadas negativamente debido a su alta frecuencia de aparición dentro de las capturas, este hecho provoca que sus valores de mortalidad por pesca (F) y mortalidad total (Z) sean altos. Sin embargo, a pesar de estos resultados es importante considerar que durante la captura de camarón se contempla un período de veda el cuál comprende desde marzo a septiembre, este mismo período abarca también la época de reproducción tanto de *E. entomelas* como de *D. peruvianus*, por lo cuál posiblemente durante este tiempo la población se recupere debido a que las especies se reproducen durante esta época y generan que nuevos organismos se incorporen al stock, permitiendo que la población no se vea muy afectada a pesar de que su captura incidental sea tan elevada. Sin embargo, como se menciono anteriormente es complicado tratar de regular la explotación de estos organismos debido a que están a merced de la pesca de camarón, ya que forman parte de la fauna de acompañamiento de este recurso. Sin embargo, un aspecto interesante a considerar es la comercialización de estas especies de peces ya que de esta manera se podrían aprovechar mayormente estos recursos pesqueros tan abundantes.

## 9.- CONCLUSIONES

Las mojaras *Diapterus peruvianus* y *Eucinostomus entomelas* presentan gran abundancia durante primavera y verano.

El tipo de crecimiento de ambas especies es alométrico positivo, lo cuál indica que aumentan en mayor proporción el peso que la longitud.

Mediante la obtención del crecimiento para ambas especies se obtuvo que tienen tasas de crecimiento elevadas, debido a que su alto valor de  $k$ .

Existe una marcada estacionalidad de los índices gonadosomático (IG) y hepatosomático (IH), para ambas especies. Siendo el IG mayor durante primavera y verano, este aspecto aunado a la alta cantidad de hembras maduras durante estas épocas hace evidente el hecho de que la época de reproducción se lleva a cabo durante este período

Para ambas especies la proporción se encontró un mayor número de machos con respecto a las hembras.

La mortalidad natural estimada a partir de los intervalos de tiempo gnomónicos brinda estimaciones adecuadas de mortalidad para cada fase del ciclo de vida de las especies, por lo que se recomienda el uso de herramientas de este tipo para realizar estimaciones confiables de este parámetro.

Mediante los análisis de rendimiento por recluta se determina que *D. peruvianus* y *E. entomelas* están siendo sometidas a sobreexplotación, lo cuál se hace evidente dentro de las capturas, ya que aparecen grandes cantidades de organismos. Sin embargo, parte de la población se recupera debido a que durante la época de veda del camarón estas especies llevan a cabo su reproducción.

## 10.- LITERATURA CITADA

Aguirre-León, A., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua-Linares, 1981. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de las mojarra de la laguna de Términos, Campeche (Pisces: Gerreidae). An. Ins. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Antón. México, 9 (1): 213-250.

Aguirre-León, A. y A. Yáñez-Arancibia, 1984. Las mojarra de la laguna de Términos: Taxonomía, Biología, ecología y dinámica trófica. (Pisces: Gerreidae). An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Antón. México. Vol. 13, No. 1, 369-444 pp.

Aguirre- León, A. y S. Díaz-Ruiz, 2000. Population structure, Gonadal Maturity and feeding habits of *Eugerres plumieri* (Gerreidae) in the Pom-Atasta Fluvial-Deltaic system, Mexico. Ciencias Marinas, 26 (2): 253-273.

Allen, D.M., y D.L.. Barker, 1990. Interannual variations in larval fish recruitment to estuarine epibenthic habitats. Marine Ecology Progress Series. 63:113-125.

Álvarez Borrego, S. y R. A. Schwartzlose, 1978. Masas de agua del Golfo de California. Ciencias Marinas, 6, (1-2):43-63.

Amezcua-Linares, F. y A. Yáñez-Arancibia, 1980. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Antón. México, 7 (1): 69-118.

Amezcua-Linares, F., 1985. Recursos potenciales capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México. Cap. 2: 39-94. In Yáñez-

Amezcuca-Linares, F., 1996. Peces Demersales de la Plataforma Continental del Pacífico Central de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Autónoma de México, 183 p.

Amezcuca, F., J. Madrid-Vera, y H. Aguirre-Villaseñor, 2006. Efecto de la pesca artesanal del camarón sobre la ictiofauna en el sistema lagunar de Santa María la Reforma, suroeste del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 32(1B):97-109.

Amezcuca-Martínez, F., 2000. Distribution and biology of the order pleuronectiformes in the north irish sea in relation to the sediment type. Ph. D.265-274 pp.

Austin, M. H., 1971. Some aspects of the biology of the rhomboid mojarra *Diapterus rhombeus* in Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science*. 21 (4): 886-903.

Ayala-Pérez, L. A., B. A. Gómez-Montes, y J. Ramos-Miranda, 2001. Distribución, abundancia y parámetros poblacionales de la mojarra *Diapterus rhombeus* (Pises: Gerreidae) en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*. 46 (2): 635-642.

Bagenal, T. B., 1978. Aspects of Fish Fecundity. En: D. S. Gerking (ed.), *Ecology of Freshwater Fish Production*. Blackwell Scientific Publications., London. Pp. 75-101.

Barletta, M., A., Barletta-Bergan, y U. Saint-Paul, 1998. Description of the fishery structure in the mangrove dominated region of Braganca (State of Pará-North Brazil). *Ecotropica*. 4, 41-53.

Barletta, M., U. Saint-Paul, A. Barletta-Bergan, W. Ekau, y D. Shories, 2000. Spatial and temporal distribution of *Myrophis punctatus* (Opichthidae) and associated fish fauna in a Northern Brazilian intertidal mangrove forest. *Hydrobiologia* 426, 65-74.

Barletta-Bergan, A., M. Barletta, y U. Saint-Paul, 2002. Structure and seasonal dynamics of larval in the Caeté River Estuary in North Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 54, 193-206.

Barletta, M., A. Barletta-Bergan, U. Saint-Paul, y G. Hubold, 2003. Seasonal changes in density, biomasa, and diversity of estuarine fishes in nidal mangrove creeks of the coger Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). *Marine Ecology Progress Series*. 256, 217-228.

Beverton, R. J. H., y S. J. Holt, 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G.B. (2 Sea Fish.)*, 19: 533 pp.

Beverton, R.J.H y S.J. Holt, 1966. Manual de métodos para la evaluación de los stocks de peces. Parte 2. Tablas de funciones de rendimiento. *FAO Documento técnico de pesca*. (38) Rev. 1:67 pp.

Blaber, S.J.M., y T.G. Blaber, 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *Journal of Fish Biology*. 17, 143-162.

Bromange, N., y R. Cumaranatunga, 1988. Egg Production in the Rainbow Trout, pp. 63-138. *In* J.F. Muir and R. J. Roberts (Eds.), *Recent Advances In Aquaculture*. Timber Press., Portland, Oregon.

Bustamante, G., R. claro, y M.I. Shatunovsky, 1994. Ecofisiología. *En*: R. Claro (Ed), *Ecología de los peces marinos de Cuba*. México: Instituto de Oceanología academia de Ciencias de Cuba y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). 403-434 pp.

Bussing, W. A., 1995. *En*: Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter, V. H. Niem, 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los*

finés de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen III. Vertebrados- Parte 2. Roma, FAO. 1201-1813 p.

Cabrera-Peña J., Y. Solano-López y M. Mora-Hernández, 1995. Crecimiento de *Diapterus peruvianus* (Pisces: Gerridae) en los estuarios de los ríos Damas y Palo Seco. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia 86-3000, Costa Rica. 10 p.

Caddy, J., y O. Defeo, 1996. Fitting the exponential and logistic surplus yield models with mortality data: some explorations and new perspectives. Fisheries Research. 25(1): 39-62.

Chávez-Comparán, J.C. y M. G. Hammann, 1989. Diet of the mojarras *Gerres cinereus* and *Diapterus peruvianus* (Pisces: Gerreidae) in Cuyutlan Lagoon, Colima, Mexico, During summer. Ciencias Marinas. 15 (3): 71-80.

Chen, Y., Jackson, D.A., y H.H. Harvey, 1992. A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modelling fish growth data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49: 1228-1235.

Collins, A.L. y T.A., Anderson, 1995. The regulation of endogenous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch. Journal of Fish Biology, 47: 1004-1015.

Contreras-Espinosa, F., 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. CONABIO y UAM-Iztapalapa, México. 415 pp.

Conservación Internacional, 2003. Conservación y Desarrollo para Bahía Santa María, Sinaloa. Estrategia de Manejo. Comisión Conservación Desarrollo. Bahía Santa María, México. Guaymas, Sonora México. 84 p.

Csirke, J., 1993. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. Instituto del Mar de Perú, FAO. Téc. Pesca (192): 82 p.

Cruz R. M., 1988. Las lagunas Costeras Mexicanas. Ed. Centro de Desarrollo, Secretaria de Pesca, México, D. F. 353 p.

Dame, R. F., y D. M. Allen, 1996. Between estuaries and the sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 200:169-185.

Delgado-Ochoa, A., 1995. Distribución y abundancia de los peces de la Familia Gerreidae en el sistema estuarino-lagunar El Ermitaño-Agua Dulce, Jalisco, México (1993-1994). Tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Centro univesitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 116 p.

De la Lanza-Espino, G. y C. Cáceres-Martínez, 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 525 p.

DeVries, D.R., y R. V., Frie, 1996. Determination fo age and growth. En: B. R., Murphy y D. W., Willis. *Fisheries techniques*. Second edition. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, USA. 483-508 pp.

Diario Oficial de la Federación. Carta Nacional Pesquera, 2000. Tomo DLXII, No. 20.

Diario Oficial de la Federación. Carta Nacional Pesquera, 2004. Quinta sección. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. 129 p.

Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero, y A. Garcia-Boa, 2003. Peces Marinos con valor comercial de la costa de Colima, México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto Nacional de la Pesca, CRIP-Manzanillo, 105 p.

Etchevers, S.L., 1978. Contribution to the biology of *Diapterus rhombeus* (Cuvier) (Pisces: Gerreidae), south of Margarita Island, Venezuela. Bulletin of Marine Science. 28 (2): 385-389.

Fuentes, M.P., y D. M. Gaspar, 1981. Aspectos biológicos y ecológicos de la ictiofauna de la desembocadura del río Balsas. Mich. Gro. Tesis professional. UNAM. 192 p.

Gerzón-Araujo, F., y A. Clístenes-de Alcántara Santos, 1999. Distribution and recruitment of mojarras (Perciformes, Gerreidae) in the continental margin of Sepetiba Bay, Brazil. Bulletin of Marine Science, 65 (2): 431-439.

Golden Software Inc., 1995. Surfer for Windows V 6. Colorado.

González, V.I., 1987. Edad y crecimiento de *Gerres cinereus* y su evaluación en el Litoral de Chiapas. Tesis maestría. UNAM. 150 p.

Haddon, M., 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall/CRC. 405 p.

Hilborn, R., y M. Mangel, 1997. The Ecological Detective Confronting Models with Data. Princenton University Press. Princenton, New Jersey. 131-171 p.

INEGI, 1999. Análisis estadístico del Estado de Sinaloa. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática, México.

INEGI, 2003. Análisis estadístico del Estado de Sinaloa. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática, México.

INP., 2001. Producción pesquera por especie en México. Anuario estadístico de pesca 2000. Instituto Nacional de la Pesca. 55 p.

Jones, R., 1976. Mesh regulation in the demersal fisheries of the South China Sea area. Manila, South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, SCS/76/WP/34:75 pp. En: Sparre, P., y S.C. Venema, 1991. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, No. 306.2, Rev. 2. Rome. FAO. 1991. 94 p

King, M., 1995. Fisheries biology. Assessment and Management. Fishing News Books, Oxford, England.

Laegdsgaard, P., y C.R., Jonson, 1995. Mangrove habitats as nurseries: unique assemblages of juvenile fish in subtropical mangroves in eastern Australia. Marine Ecology Progress Series. 126, 67-81.

Lagler, J. E., R. Bardach, R. Miller y D.R. May Passino, 1977. Ichthyology. John Willey y Sons. USA. 506 p.

Lagler, K., 1982. Freshwater Fishery Biology. W. C. Brown, Dubuque, Iowa.

Lankford, R. R., 1977. Coastal lagoons of Mexico: their origin and classification. UNAM-UNESCO. 182-215 pp.

Lenanton, R.C. y I.C., Potter, 1987. Contribution of estuarios to comercial fisheries in temperate western Australia and concept of estuarine dependence. Estuarios 10, 367-382.

Lleonart, J. y J. Salat, 1992. VIT, Programa de análisis de pesquerías. Informes Técnicos. Scientia Marina 168-169: 116 pp.

Macías-Regalado, E., 2000. Glosario de términos en ciencias del Mar. Universidad Nacional Autónoma de México, ICMYL, Colegio de Sinaloa. México, 335 p.

Madrid-Vera, J., 1990. Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial. Tesis Maestría. UNAM. Facultad de Ciencias. 179 p.

Madrid-Vera, J., Sánchez, P., 1997. Patterns in marine fish communities as shown by artisanal fisheries data on the shelf off the Nexpa River, Michoacán, México. Fisheries Research, 33: 149-158.

Martínez-Ponce, D. R. y J.H. Martínez-Rivero, 2002. Observaciones superficiales y sub-superficiales de la temperatura, salinidad y anomalía de la densidad, en la porción sur del golfo interior y entrada del Golfo de California; abril y octubre del 2002. Estacion de Investigación Oceanográfica de Topolobampo. Sector Naval Militar

Martínez-Tovar, I., 2005. Flatfish species of the state of Sinaloa, south east Gulf of California and their distribution in relation to the physical environment. Oceanoticias. Boletín Informativo del Mar. Número 12.

Matheson, R.E. jr. y R.G. Gilmore jr., 1995. Mojarras (Pisces: Gerreidae) of the Indian River Lagoon, Florida. Bulletin of Marine Science. 57 (1): 281-285.

McHuch, J.L.,. 1985. The estuarine ecosystem integrated. 9-16 pp. En: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) Fish community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integation. UNAM-PUAL-ICML, Editorial Universitaria, México.

Mendo, J. y M. Samame, 1988. Análisis biológico-pesquero y poblacional de la cachema (*Cynoscion analis*) del área de Paita, Perú. Bol. Inst. Mar Perú 12(2):27-57

Menezes, M. F., 1976. Aspectos biológicos da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), 16(1): 45-48.

Montreuil, V., A. García, y R. Rodríguez, 2001. Biología reproductiva de boquichico, *Prochilodus nigricans*, en la amazonía peruana. Folia Amazónica. Vol. 12 (1-2).

Moore, N. H., 1977. The annual physical hydrographic cycle of a tropical lagoon system on the Pacific coast of México. Univ. Liverpool, U. K. Ph. Dissertation, 323 pp.

Morales-Bojórquez, E., S. Martínez-Aguilar, F. Arreguín-Sánchez y M. Ramírez-Rodríguez, 2003. GIM, programa computarizado para estimar la mortalidad natural y duración de los estadios del ciclo de vida de recursos pesqueros, basado sobre división de tiempo gnomónico. Centro Regional de Investigación Pesquera de la Paz del INP, Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN. 19 p.

Moreno-Flores, D. J., 2004. Efecto de la pesquería artesanal del camarón sobre la comunidad de peces en el sistema lagunar de Santa María la Reforma, Sinaloa. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Nacional Autónoma de Sinaloa. 40 p.

Murphy, B.R. y D. W. Willis, 1996. Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 564 pp.

Mussot-Pérez, G. A, 1986. Composición y Abundancia de las Larvas de Peces en el Tapo Botadero del Sistema Lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa-México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Guadalajara, 35 p.

Nelson, J.S., 1994. Fishes of the World, Third edition, John Wiley & Sons, New York, 600 pp.

Nikolsky, G. 1963. The ecology of fishes. Academic, Londres. 352 p.

Ogburn-Matthews, M.V. y D.M. Allen, 1993. Interactions Among Some Dominant Estuarine Nekton Species. *Estuaries*. 16(4): 840-850.

Patterson, K., 1992. Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to management targets. *Rev. Fish Biol. Fish.* 2, 321-338.

Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 39, 175-192.

Pauly, D., 1983. Length-converted match curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part I). *ICLARM Newsl.*, 4(3): 10-13.

Pauly, D., 1988. Fisheries research and the demersal fisheries of Southeast Asia. En: *Fish Population Dynamics* (Gulland, J.A., ed.), pp. 329-348. New Cork: John Wiley and Sons.

Pauly, D., y A. Yáñez-Arancibia, 1994. Fisheries in Coastal Lagoons. En: *Coastal Lagoon Processes* (Kjerfve, B., ed.), pp. 377-399. Ámsterdam: Elsevier.

Peraza-Vizcarra, R., 2005. Espacios oceánicos y costeros de Sinaloa. *Tópicos oceanográficos*. 170 p.

Pérez-González, R., 1995. Crecimiento, alimentación y desarrollo gonadal de dos especies demersales dominantes en la plataforma continental del sur de Sinaloa, México: *Prionotus stephanophrys* (TRIGLIDAE) y *Pomadasys panamensis* (HAEMULIDAE). ICMyL, UNAM. 60 p.

Pérez-Mellado, J. y L. T. Findley, 1985. Evaluación de la Ictiofauna Acompañante del Camarón Capturado en las Costas de Sonora y Norte de Sinaloa, México. Cap.

5: 201-254. En: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón. Progr. Univ. De Alimentos, Inst. de Cienc. del Mar y Limnol., INP, UNAM, México. 748 p.

Pope, J.A., A.R. Margentts, J. M. Hamley y E. F. Akyüz. 1975. Manual of methods for fish stock assessment. Pt3. Selectivity of fishing gear. FAO Fish. Tech. Pap., (41) Rev. 1:65 pp.

Ralston, S., 1987. Mortality rates of snappers and groupers. En Polovina, J.J. Ralston, S. (Eds.), Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press. Boulder, CO, pp. 375-404.

Ramos-Pelcastre, J. y F., Amezcua-Linares, (1995). Alimentación, distribución y crecimiento de *Diapterus aureolus* y *Diapterus peruvianus* (Pisces: Gerreidae) del Pacífico central de México. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM 60 p.

Ricker, W.E, 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish.; Res Board Can. (191): 1-382.

Roden, G. I., 1971. Aspects of the transition zone in the northeastern Pacific Ocean. Publ. 570, Washington, D.C., 750 pp.

Roseman, E.F., C.A., Tomichek, T. Maynard y J.A. Burton, 2005. Relative abundance, age, growth, and fecundity of grubby *Mysocephalus aeneus* in Niatic River and Niatic Bay, Long Island Sound. Journal of Sea Research, 53: 309-318.

Rueda, M., y A. Santos-Martínez, 1999. Population dynamics of the striped mojarra *Eugerres plumieri* from the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Fisheries Research. 42:155-166.

Saborido, F. y S. Junquera, 2001-2003. Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Universidad de Vigo. Curso duotoramento do vienio 2001-2003. 70 pp.

Sagarpa, Instituto Nacional de la Pesca. Carta Nacional Pesquera, 2000. Instituto Nacional de la Pesca, México, 2001.

Santos, R.S., S. J. Hawkins y R. D., Nash, 1996. Reproductive phenology of the Azorean rock pool blenny a fish alternative mating tactics. *Journal of Fish biology*, 48: 842-858.

Sparre, P., y S.C. Venema, 1991. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, No. 306.2, Rev. 2. Rome. FAO. 1991. 94 p

Sparre, P., y S.C. Venema, 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO. Documento técnico de pesca. 306/1. Rev. 1. 420 p.

Sparre, P. y S.C. Venema, 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1, Rev.2. Rome, FAO. 407p.

Stat Soft. Inc. 2001. Statistica 6.0. 2300 East 14<sup>th</sup> Street. Tulsa. USA.

Stevenson, M. R., 1970 *Inter. Am. Tropical Tuna Comm.* On the physical and biological oceanographic near the entrance of the Gulf of California. 14 (3): 483-147.

Tapia-García, M. y G. Ayala-Pérez, 1997. Clave para la determinación de las especies de mojarra de México (Pises: Gerreidae). *Revista de Biología Tropical*. 44 (3)/ 45 (1): 519-526.

Tapia-García, M., C. Suárez Núñez, Cercenares, 1998. Composición y distribución de la ictiofauna en la Laguna del Mar Muerto, Pacifico mexicano. *Revista de biología tropical*. 46(2):277-284.

Thorman, S., 1986. Physical factors affecting the abundance and species richness of fishes in the shallow waters of the southern Bothnian Sea (Sweden). *Estuarine, Coastal, and Shelf Science*. 22:357-369.

Torres-Orozco, R., 1994. Los peces. En: Guadalupe de la Lanza Espino y Carlos Cáceres Martínez (Eds.), *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California. 269-304 pp.

van der Heiden A.M., y Li. T. Findley, 1988. Lista de los peces marinos del Sur de Sinaloa, México. *An. Ins. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*.

Vázquez-Silva, G., (1987). Contribución a la biología de la especie *Diapterus peruvianus* (mojarra de aleta amarilla) en la bahía de la Paz, Baja California Sur. Tesis profesional ENEP Zaragoza, UNAM, 41 p.

Yáñez-Arancibia, A., 1985. Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón. *Progr. Univ. De Alimentos, Inst. de Cienc. del Mar y Limnol., INP, UNAM, México*. 748 p.

Yáñez-Arancibia, A., y R. S. Nugent., 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 4(1): 107-114.

Yepis, V., 1990. Diversidad, distribución y abundancia de la ictiofauna en tres lagunas costeras de Sonora, México. Tesis de maestría. UABC. 80 p.

Yoneda, M., M. Tokomura, H. Fujita, N. Takeshita, K. Takeshita, M. Matsuyama y S. Matsuura, 1998. Reproductive cycle and sexual maturity of the anglerfish *Lophium setigerus* in the East China sea with a note on specialized spermatogenesis. *Journal of Fish Biology*, 53: 164-178.

## 11.- ANEXOS

### ANEXO 1.- FÓRMULA PARA LA PREPARACIÓN DE FLUIDO GILSONS

Este fluido es de utilidad para separar fácilmente los ovocitos contenidos en cada gónada. Los reactivos que se necesitan para su preparación son:

a) Cloruro de Mercurio	5	mg
b) Ácido acético glacial	1	ml
c) Ácido nítrico concentrado	3.75	ml
d) Alcohol 95%	15	ml
e) Agua destilada	230	ml