



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



DISTRIBUCIÓN Y ALIMENTACIÓN DE
LARVAS DE PECES DE ESPECIES
DOMINANTES EN BAHÍA DE LA PAZ,
GOLFO DE CALIFORNIA
(JULIO 1997 Y AGOSTO 1998).

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR
EN CIENCIA MARINAS

PRESENTA

MARTHA PATRICIA SIORDIA CERMEÑO

LA PAZ, B. C. S., OCTUBRE DEL 2007



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 26 del mes Junio del año 2007, el (la) que suscribe MARTHA PATRICIA SIORDIA CERMEÑO alumno(a) del Programa de DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS con número de registro B020762 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo al dirección de: DRA. LAURA SÁNCHEZ VELASCO y cede los derechos del trabajo titulado: "DISTRIBUCIÓN Y ALIMENTACIÓN DE LARVAS DE PECES DE ESPECIES DOMINANTES EN BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA (JULIO 1997 Y AGOSTO 1998)" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: psiordiac@hotmail.com lsvelasc@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


MARTHA PATRICIA SIORDIA CERMEÑO

nombre y firma

Hay cuatro tipos de personas:
Las que hacen que las cosas ocurran
Las que ven las cosas ocurrir
¿Las que preguntan qué pasó?
¡Las que ni siquiera saben que algo pasó!

Una persona puede hacer la diferencia en este mundo

Mary Kay Ash.

I. DEDICATORIA.

A Dios,

Por todas las bendiciones con que ha llenado mi vida, por la fuerza y guía necesaria para lograr mis metas.

A la memoria de mi Padre José

Quien dedico su vida a hacer la mía más sencilla, por su amor incondicional y valor ante lo inevitable.

A mi madre Josefina

Quien con su ejemplo y fortaleza me ha enseñado que siempre se puede salir de las situaciones difíciles de la Vida.

A Rubén

Por su apoyo incondicional, su paciencia y sobre todo por ser lo que siempre deseé de un esposo.

A mis hijas Sara y Esmeralda

Por ser la alegría de mi vida.

A mis hermanas y hermanos

Caro, Fito, Hilda, Lola, Oli, Rocio, Mónica, Delia, Armando y Miguel

Porque siempre hemos sido una Gran familia.

A Paty

Mi gran amiga por estar siempre a mi lado, por sus consejos y su ayuda siempre oportuna.

II. AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marina (CICIMAR) y al Instituto Politécnico Nacional (IPN), la oportunidad de realizar mi Doctorado en Ciencias Marinas en su programa de posgrado. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Instituto Politécnico Nacional (PIFI) por el apoyo económico otorgado durante la realización de este trabajo; Al Dr. Francisco Ocampo del Departamento de Oceanología del Centro de Investigación Científica y Educación Superior Unidad Ensenada por la extensión de beca CONACyT otorgada a través del proyecto O0C005.

Agradezco el apoyo recibido a través del proyecto de investigación "Variabilidad espacio temporal de poblaciones de larvas de peces y su relación con procesos hidrográficos en bahía de La Paz y zona oceánica adyacente" Clave CONACyT 34071-7 a cargo de la Dra. Laura Sánchez Velasco.

Agradezco especialmente a la Dra. Laura Sánchez Velasco por su confianza, dedicación, apoyo y paciencia, en la culminación de este trabajo de tesis doctoral y formación profesional.

Gracias a la Dra. Marina Sánchez Ramírez por su dedicación, compromiso y atinados consejos en la elaboración de este trabajo.

A los Doctores José De la Cruz A., L. Andrés Abitía C., David Aureoles G. agradezco su tiempo, esfuerzo y confianza en la culminación de este trabajo.

Gracias a mis amigas Paty, Martha, Sol, Margarita, Roció y a todos los compañeros del Departamento de Plancton y Ecología Marina por las facilidades otorgadas durante mi estancia como estudiante en el departamento

INDICE

Glosario.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	xi
Lista de tablas.....	xii
Relación de figuras.....	xv
Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Área de estudio.....	6
Justificación.....	8
Objetivo general.....	9
Objetivos particulares.....	9
Metodología.....	10
Resultados.....	18
Distribución espacial	18
Morfología funcional	30
Aspectos alimentarios	42
Discusión.....	62
Distribución espacial, aspectos alimentarios y su relación con el ambiente...	62
Aspectos alimentarios y su relación con la morfología funcional.....	66
Conclusiones.....	72
Recomendaciones.....	73
Bibliografía.....	74

GLOSARIO

Categoría alimentaria o presa. Cada una de las especies o taxa que forman parte de la dieta de un organismo.

Demersal. Organismos marinos que viven asociados al fondo.

Desarrollo larvario. Etapa del organismo que ha emergido del huevo hasta el momento en que se transforma para adquirir características de juvenil.

Dieta. Conjunto de presas contenidas en el tracto digestivo de un organismo.

Especie congénérica. Especies que pertenecen a un mismo género.

Espectro alimentario. Se le llama así el total de las diferentes categorías alimentarias encontradas en el tracto digestivo de cada larva analizada.

Espectro trófico. Total de tipos o componentes alimenticios que forman parte de la dieta de un organismo.

Etapa larvaria. Periodo entre dos puntos importantes del desarrollo larvario de los peces con base a la posición de la notocorda (preflexión, flexión, postflexión).

Flexión. Estadio larvario de los peces en el cual el notocordio se curva o flexiona y comienza la formación de los elementos hypurales.

Incidencia alimentaria. Porcentaje de larvas con alimento en función del total de larvas analizadas.

Índice de importancia relativa. (IIR) Herramienta ecológica utilizada para determinar la o las presas más importantes en la dieta de las larvas considerando la abundancia y frecuencia de las presas.

Larva vitelina. Larvas de peces recién eclosionadas, que poseen una reserva alimenticia llamada vítelo.

Morfología funcional. En este trabajo se consideran como características morfológicas que influyen en los hábitos alimentarios de las larvas de peces a la longitud patrón, longitud cefálica, longitud cefaloanal, longitud de la mandíbula inferior y el diámetro del ojo.

Número de presas. Total de individuos encontrados en el estomago de cada larva analizada.

Ontogenia. Ciclo de vida de un organismo. Denota los procesos incluidos en la transformación del huevo o de algún proceso celular procedente de un organismo paterno en un nuevo individuo adulto.

Postflexión. Estadio larvario de los peces en el cual el notocordio esta completamente flexionado y los elementos hypurales han terminado de formarse.

Preflexión. Estadio larvario en los peces en el cual el notocordio aún no ha comenzado a flexionarse o curvarse.

Presas. Organismos contenidos en el tracto digestivo de las larvas de peces.

Traslapar. (del *lat. Trans, más allá y lapis, losa*: solapar). Tr. Cubrir una cosa con otra.

Traslapo. (*de traslapar*). M. Parte de una cosa cubierta por otra.

Transformación. Estado de desarrollo entre el final de la fase larvaria y la adquisición de caracteres morfológicos y pigmentación de juveniles.

Definiciones tomadas de:

Gerkins S. D. 1994. Feeding Ecology of Fish. Academic Press, Inc. San Diego, California. 416pp.

Kendall, A. W. Jr., E. H. Alhstrom y H. G. Moser. 1984. Early life history of fishes and their characters. En: Moser, H.G., W.J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Jr. Y S. L. Richardson (Eds.). Ontogeny and systematics of Fishes. *Am. Assoc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Pub.* No. 1. Pp.11-22.

Margalef, R. 1980. Ecología. Ediciones Omega. Barcelona. 951 pp.

Odum, E. P. 1971. Ecología Editorial Interamericana. México. 136 pp.

Villee, C. A. 1998. Biología. McGraw-Hill. Octava Edición. 994 pp.

RESUMEN

El conocimiento de los hábitos alimentarios de larvas de peces contribuye al entendimiento de los factores que afectan su sobrevivencia. El objetivo de este trabajo fue conocer la distribución de las larvas de peces, los hábitos de alimentación y la relación con la morfología funcional y el desarrollo larvario de familias Pomacentridae (*A. troschellii* y *S. rectifraenum*), Haemulidae (*A. davidsonii* y *X. californiensis*) y Gerreidae (*E. dowii* y *E. gracilis*) de la Bahía de La Paz, México. El estudio se realizó con muestras obtenidas en las costas de la Bahía de La Paz, México, en julio de 1997 y agosto de 1998, periodos afectados por el evento El Niño 1997-1998. El material biológico provino de arrastres de zooplancton superficiales realizados con una red de 505 micras. Las larvas fueron separadas de la muestra, identificadas y medidas, y se les asignó la etapa de desarrollo. Posteriormente fueron disecadas y el contenido alimenticio identificado hasta el mínimo taxón posible. Los resultados mostraron que en julio de 1997 se presentaron abundancias promedio mayores a 600 larvas/10 m², mientras que en agosto de 1998 fueron > 250 larvas/10 m². Aún cuando se presentó variación interanual, la distribución espacial de la mayoría de las larvas en etapa de preflexión-flexión y postflexión de las seis especies se concentró en la zona costera de la bahía, principalmente asociadas a la zona cercana a la Ensenada de La Paz. Las larvas de *A. troschellii* ampliaron su distribución hacia la costa norte de la bahía en ambos periodos y las de *E. gracilis* en agosto de 1998. El análisis de discriminantes aplicado a la matriz de datos morfométricos, mostró grupos de larvas por familia. Los haemúlidos mostraron menor similitud entre si, que las especies de pomacentridos y gerreidos en ambos años. El índice de Bray-Curtis aplicado a la misma matriz de datos morfométricos, mostró agrupación por talla y especie en cinco grupos en ambos años, donde en un grupo se concentraron las larvas de menor tamaño, en otro las larvas postflexión, y en los otros tres grupos, larvas en etapa preflexión-flexión separados por el dominio de larvas de las diferentes familias. Estos tres grupos con variaciones entre ambos años según la representatividad de las especies. En relación a la composición de la dieta de las larvas representada mediante el Índice de Importancia Relativa de Laroche, se observó que la dieta de estas especies estuvo básicamente conformada por nauplios de copépodos de dos tipos (Nauplio t2 y Nauplio t10), siendo consideradas todas las especies como depredadores especialistas según el Índice de Levins, a pesar de que se presentaron variaciones entre la amplitud del espectro trófico entre especies y años. Las incidencias alimentarias y el traslapamiento de la dietas fueron relativamente altas en ambos años (>50%), aunque mayores en agosto de 1998. Los resultados obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis aplicado a la matriz de la dieta, coincidió de manera general con las agrupaciones obtenidas mediante las matrices de morfología, en la cual las larvas se agrupan por familia, con variaciones entre años dependiendo de la representatividad de las especies. Se concluye que existen relaciones entre la distribución espacial y aspectos alimentarios en relación a la morfología funcional de las larvas de las especies analizadas en este trabajo. La mayoría de las larvas se concentran en la zona costera adjunta a La Ensenada de La Paz, donde la disponibilidad del alimento es alta, pero tienden a diferenciar su dieta por familia y etapa de desarrollo según mostraron los

análisis matriciales. Las diferencias interanuales en la distribución de las larvas y sus aspectos alimentarios, se pueden asociar a las variaciones hidrográficas propias de la zona y al efecto del evento El niño 1997–1998, el cual modificó el ambiente marino de la región en general.

ABSTRACT

The knowledge of the feeding habits of fish larvae contribute to the understanding of factors that affect their survival. The objective of this work was to study the distribution of fish larvae, feeding habits and the relationship with functional morphology and larval development of Pomacentridae (*A. troschellii* and *S. rectifraenum*), Haemulidae (*A. davidsonii* and *X. californiensis*) and Gerreidae (*E. dowii* and *E. gracilis*) of Bahía de La Paz, México. The study was held in the coastal zone of Bahía de La Paz in July 1997 and August 1998, periods affected by the El Niño event. The biological material was collected with a Bongo net of 505 μm mesh size with superficial hauls of zooplankton. The larvae were sorted out from the zooplankton samples, identified, measured, and classified by developmental stage. Later, larvae were dissected and the stomachic content was identified to the lowest taxa possible. The results showed that in July 1997 the average larval abundance was higher than 600 larvae/10m², while in August 1998 was higher than 250 larvae/10m². Even there was presented interannual variation, Spatial distribution of most of larvae in preflexion and in postflexión stages of the six species were concentrated in the coastal zone of the bay, mainly associated to Ensenada de La Paz. The larvae of *A. troschellii* extended their distribution to the north of the bay in both periods and the larvae of *E. gracilis* did the same in August 1988. The discriminate analysis applied to the matrix of morphological data, showed groups by family. Haemulidae showed less similitude among them, than the Pomacentridae and Gerreidae species in both years. The Bray-Curtis index applied to the morphometric data showed five groups by size and species at both years, where in one group small preflexión larvae were concentrated, on other group the postflexion larvae, and in the other three groups, larvae of the preflexion-flexion stages separated by the most representative larvae from each family. Those three groups showed variations between both years, according to the most representative species. According to the diet composition of larvae, represented by the Laroche index, these species consumed mainly nauplii of copepods of two types (Nauplii t2 and Nauplii t10); all these species were considered depredator specialists according to Levins Index, despite the variations between the amplitude of the trophic spectrum between species and years. The feeding incidence and the overlapping of the diet were relatively high in both years (>50%), although the highest values were observed in August of 1998. The results obtained by the Bray-Curtis Index applied to the matix of the diet, coincided with the groups obtained in the morphologic matrix analysis; the larvae were agruped by family, with variations between years depending of the representativity of the species. It is concluded that there is relationship between the spatial distribution of the larvae and their feeding habits, according to the functional morphology of the larvae species analyzed in this study. The majority of the larvae were concentrated in the coastal zone close to Ensenada de La Paz, where the available of food is abundant, but differences exist in the diet between families and development stages, as shown in the distributional and morphologic matrix analysis. The interannual differences between larval distribution and their feeding aspects, were associate the hydrographic variations of the zone and to the effect of the El Niño 1997–1998, which in general modified the marine environment of the region.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen del análisis de función discriminante de las 6 variables evaluadas de las especies de julio 1997. Lambda de Wilks (λ)=0.069 aprox., $F(30,998)=31.513$, $p<0.0000$. En negritas los valores de p significativos.....	31
Tabla 2. Coeficientes estandarizados derivados del análisis de función discriminante de las 6 variables evaluadas de las especies de julio 1997. Se resaltan los caracteres con mayor contribución por variable canónica.....	31
Tabla 3. Resumen del Análisis de Variancia Canónica de las 6 medidas morfológicas de las especies de julio 1997. Prueba de X^2 con remoción sucesiva de raíces: VC (Variable Canónica), R (Correlación canónica), λ (Lambda de Wilks), g. l. (grados de libertad), p-nivel (nivel de significancia).....	32
Tabla 4. Matriz de clasificación de las especies de julio 1997. Columnas (clasificación observada), renglones (clasificación predecida por el análisis de función discriminante).....	33
Tabla 5. Distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de las distancias entre centroides (promedio de las medias) de 6 variables morfológicas de especies de julio 1997.....	33
Tabla 6. Resumen del análisis de función discriminante de las 6 variables evaluadas de las especies de verano agosto 1998. Lambda de Wilks (λ)=0.179 aprox., $F(30, 212)=12.992$, $p<0.0000$. En negritas los valores de p significativos.....	35
Tabla 7. Coeficientes estandarizados derivados del análisis de función discriminante de las 6 variables evaluadas de las especies de agosto 1998. Se resaltan los caracteres con mayor contribución por variable canónica.....	35
Tabla 8. Resumen del Análisis de Variancia Canónica de las 6 medidas morfológicas de las especies de agosto 1998. Prueba de X^2 con remoción sucesiva de raíces: VC (Variable Canónica), R (Correlación canónica), λ (Lambda de Wilks), g. l. (grados de libertad), p-nivel (nivel de significancia).....	36
Tabla 9. Matriz de clasificación de las especies de agosto 1998. Columnas (clasificación observada), renglones (clasificación predecida por el análisis de función discriminante).....	37
Tabla 10. Distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de las distancias entre centroides (promedio de las medias) de 6 variables morfológicas de especies de agosto 1998.....	37
Tabla 11. Porcentaje de incidencia alimentaria de las larvas de las seis especies analizadas en Bahía de La Paz durante julio de 1997 y agosto de 1998.....	42
Tabla 12. Composición de la dieta de <i>Abudefduf troschelii</i> en etapa preflexión-flexión, postflexión y transformación. (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los	

estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	44
Tabla 13. Composición de la dieta de <i>Stegastes rectifraenum</i> en etapa preflexión-flexión. (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	45
Tabla 14. Composición de la dieta de <i>Xenistius californiensis</i> en etapa preflexión-flexión y postflexión (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	46
Tabla 15. Composición de la dieta de <i>Anisotremus davidsonii</i> en etapa preflexión-flexión (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	47
Tabla 16. Composición de la dieta de <i>Eucinostomus gracilis</i> en etapa preflexión-flexión. (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	48
Tabla 17. Composición de la dieta de <i>Eucinostomus dowii</i> en etapa preflexión-flexión y postflexión (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	49
Tabla 18. Composición de la dieta de <i>Abudefduf troschelii</i> en etapa preflexión-flexión y postflexión (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	51
Tabla 19. Composición de la dieta de <i>Stegastes rectifraenum</i> en etapa preflexión-flexión (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	52
Tabla 20. Composición de la dieta de <i>Xenistius californiensis</i> en etapa preflexión-flexión y postflexión (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	52
Tabla 21. Composición de la dieta de <i>Anisotremus davidsonii</i> en etapa preflexión-flexión (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.	53

Tabla 22. Composición de la dieta de <i>Eucinostomus gracilis</i> en etapa preflexión-flexión y postflexión (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	54
Tabla 23. Composición de la dieta de <i>Eucinostomus dowii</i> en etapa preflexión-flexión y postflexión.(Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F, frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N, porcentaje del número total de presas en la dieta y n, número de larvas analizadas.....	55
Tabla 24. Amplitud de la dieta de las larvas seleccionadas por etapa de desarrollo, de acuerdo con el Índice de Levins en Bahía de La Paz durante julio 1997 y agosto 1998.....	59
Tabla 25. Traslapamiento de la dieta de larvas de las especies seleccionadas de acuerdo al índice de Schoener en Bahía de La Paz durante julio 1997 y agosto 1998.	61

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1.	Localización de la red de estaciones de muestreo en Bahía de La Paz durante julio 1997 y agosto 1998.....	7
Figura 2.	Larva de <i>Abudefduf troschelii</i> en etapa de preflexión (2.5 mm LN); LN, longitud notocordal (longitud patrón en larvas de mayor talla); LC, longitud cefálica; LCA, longitud cefaloanal; AC, altura del cuerpo; LMI, longitud de la mandíbula inferior; DO, diámetro del ojo. Modificado de Moser (1996).....	13
Figura 3.	Distribución de la abundancia de las larvas de <i>Abudefduf troschelii</i> (No. Larvas/10 m ²) durante Julio 1997. a) Preflexión-flexión, b) Postflexión y c) Transformación.....	19
Figura 4.	Distribución de la abundancia de las larvas de <i>Stegastes rectifraenum</i> (No. Larvas/10 m ²) durante julio 1997. Preflexión-flexión.....	20
Figura 5.	Distribución de la abundancia de larvas de <i>Xenistius californiensis</i> (No. Larvas/10 m ²) durante Julio 1997. a) Preflexión-flexión y b) Postflexión.....	21
Figura 6.	Distribución de la abundancia de larvas de <i>Anisotremus davidsonii</i> (No. Larvas/10 m ²) durante julio 1997. a) Preflexión-flexión y b) Postflexión.....	22
Figura 7.	Distribución de la abundancia de las larvas de <i>Eucinostomus gracilis</i> (No. larvas/10 m ²) durante julio 1997. a) Preflexión, b) Postflexión.....	23
Figura 8.	Distribución de la abundancia de las larvas de <i>Eucinostomus dowii</i> (No. larvas/10 m ²) durante julio 1997. a) Preflexión, b) Postflexión, c) Transformación.....	24
Figura 9.	Distribución de la abundancia de las larvas de <i>Abudefduf troschelii</i> (No. larvas/10 m ²) durante Agosto 1998. a) Preflexión, b) Postflexión.....	25
Figura 10.	Distribución de la abundancia de las larvas de <i>Stegastes rectifraenum</i> (No. Larvas/10 m ²) durante agosto 1998. a) Preflexión, b) Postflexión.....	26
Figura 11.	Distribución de la abundancia de las larvas de <i>Xenistius californiensis</i> (No. larvas/10 m ²) durante agosto 1998. a) Preflexión, b) Postflexión.....	27
Figura 12.	Distribución de la abundancia de las larvas de <i>Anisotremus davidsonii</i> . (No. larvas/10 m ²) durante agosto 1998. Preflexión.	28
Figura 13.	Distribución de la abundancia de las larvas de <i>Eucinostomus gracilis</i> (No. larvas/10 m ²) durante agosto 1998. a) Preflexión, b) Postflexión.....	29
Figura 14.	Distribución de la abundancia de las larvas de <i>Eucinostomus. dowii</i> (No. larvas/10 m ²) durante agosto 1998. a) Preflexión, b) Postflexión.....	30
Figura 15.	Proyección en el plano de las funciones canónicas de las especies de verano 97. <i>A. troschelii</i> (At97), <i>S. rectifraenum</i> (Xc97), <i>X. californiensis</i> (Sr97), <i>A. davidsonii</i> (Ed97), <i>E. gracilis</i> (Eg97), <i>E. dowii</i> (Ad97). La variable canónica (VC1) representó el 81.5% de la variancia; mientras que la variable canónica (VC2) representó el 10.5% de la variancia.....	32
Figura 16.	Clasificación de las especies de verano 97. <i>A. troschelii</i> (At97), <i>S. rectifraenum</i> (Xc97), <i>X. californiensis</i> (Sr97), <i>A. davidsonii</i> (Ed97), <i>E. gracilis</i> (Eg97), <i>E. dowii</i> (Ad97), con base en las distancias de D2 de Mahalanobis y las distancias euclidianas.....	34
Figura 17.	Proyección en el plano de las funciones canónicas de las especies	36

	de verano 98. <i>A. troschellii</i> (At98), <i>S. rectifraenum</i> (Xc98), <i>X. californiensis</i> (Sr98), <i>A. davidsonii</i> (Ed98), <i>E. gracilis</i> (Eg98), <i>E. dowii</i> (Ad98). La variable canónica (VC1) representó el 86.4% de la variancia; mientras que la variable canónica (VC2) representó el 6.6% de la variancia.....	
Figura 18.	Figura 29. Clasificación de las especies de verano 98. <i>A. troschellii</i> (At98), <i>S. rectifraenum</i> (Xc98), <i>X. californiensis</i> (Sr98), <i>A. davidsonii</i> (Ed98), <i>E. gracilis</i> (Eg98), <i>E. dowii</i> (Ad98), con base en las distancias de D2 de Mahalanobis y las distancias euclidianas.....	38
Figura 19	Dendrograma obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible sobre la matriz de datos morfológicos de larvas de las especies seleccionadas en Bahía de La Paz durante julio de 1997. 1, <i>A. troschellii</i> ; 2, <i>S. rectifraenum</i> ; 3, <i>X. californiensis</i> ; 4, <i>A. davidsonii</i> ; 5, <i>E. gracilis</i> y 6, <i>E. dowii</i>	40
Figura 20.	Dendrograma obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible sobre la matriz de datos morfológicos de larvas de las especies seleccionadas en Bahía de La Paz durante agosto de 1998. 1, <i>A. troschellii</i> ; 2, <i>S. rectifraenum</i> ; 3, <i>X. californiensis</i> ; 4, <i>A. davidsonii</i> ; 5, <i>E. gracilis</i> y 6, <i>E. dowii</i>	41
Figura 21.	Dendrograma obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible sobre la matriz de datos de la dieta de larvas de las especies seleccionadas en Bahía de La Paz durante julio de 1997. 1, <i>A. troschellii</i> ; 2, <i>S. rectifraenum</i> ; 3, <i>X. californiensis</i> ; 4, <i>A. davidsonii</i> ; 5, <i>E. gracilis</i> y 6, <i>E. dowii</i>	57
Figura 22	Dendrograma obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible sobre la matriz de datos de la dieta de larvas de las especies seleccionadas en Bahía de La Paz durante agosto de 1998. 1, <i>A. troschellii</i> ; 2, <i>S. rectifraenum</i> ; 3, <i>X. californiensis</i> ; 4, <i>A. davidsonii</i> ; 5, <i>E. gracilis</i> y 6, <i>E. dowii</i>	58
Figura 23.	Imágenes de satélite de temperatura superficial en el Golfo de California mostrándo variaciones entre noviembre de 1997 y marzo de 1998 (a y b), meses afectados por el ENSO 1997-1998; y noviembre de 1998 y marzo de 1999 (c y d). Este último mes afectado por La Niña 1999-2000. Tomado de Sánchez-Velasco <i>et al</i> (2002).....	63
Figura 24.	Distribución de biomasa zooplanctónica durante julio de 1997 y agosto de 1998 en Bahía de La Paz. Tomado de Sánchez-Velasco <i>et al</i> . 2004.....	65

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las especies de peces marinos se caracterizan por presentar elevadas tasas de fecundidad, posiblemente como una adaptación a la alta mortalidad que experimentan las clases anuales (May, 1974). La etapa planctónica de los peces es la más sensible y vulnerable a los cambios físicos y biológicos de su entorno (Hunter, 1981); entre estos últimos la variabilidad en la disponibilidad del alimento y la depredación afectan directamente la sobrevivencia larvaria y el subsecuente reclutamiento de las poblaciones adultas (Hjort, 1914).

La probabilidad de que las larvas se alimenten depende en gran medida de la coincidencia entre las larvas y sus presas. Particularmente la falta del alimento en la etapa de primera alimentación de las larvas, esto es cuando la larva ha absorbido completamente la reserva vitelina y su sobrevivencia depende de los recursos existentes en el plancton ambiente, podría producir mortalidades masivas por inanición (Hjort, 1914; Hunter, 1981).

La agregación de las larvas de peces y sus presas en áreas determinadas, esta ligada a una compleja sincronización espacio-temporal entre el desove de los peces (área, época e intensidad) y la dinámica de las condiciones oceanográficas y biológicas que prevalecen en una región dada (Hunter, 1981; Houde y Lovdal, 1984). Iles y Sinclair (1982) señalan que algunos fenómenos hidrográficos de mesoescala (giros, frentes, corrientes locales), influyen ventajosamente sobre las agregaciones planctónicas, reteniéndolas en áreas más o menos delimitadas, evitando así la deriva hacia el océano como individuos aislados.

Las estrategias de alimentación de las larvas de peces son extremadamente complejas, ya que en ellas intervienen un sin número de factores tales como las migraciones verticales que favorecen la concentración de presas y depredadores en la superficie del mar durante la noche (Margalef, 1980; Govoni *et al.*, 1983) la turbulencia a escala fina generada por los vientos locales, que influye sobre las tasas

de encuentro entre la presa y el depredador (Rostchild y Osborn, 1988; Mackenzie y Leggett, 1991); la disponibilidad de alimento en la etapa de primera alimentación (Hunter, 1981); características morfológicas y fisiológicas de las larvas tales como tamaño de la boca, tipo de nado y capacidad visual, así como características morfológicas y fisiológicas de la presa como el tamaño y color, la reacción de escape ante el ataque del depredador y las preferencias innatas del mismo (Hunter, 1981; Govoni *et al.*, 1983; Houde y Lovdal, 1984).

Gran número de autores coincide en que las larvas de peces se alimentan en su mayoría de copépodos en estadio de: nauplio, copepodito y adulto de diversas especies (e.j. Arthur, 1976; Hunter, 1981); aunque, en ocasiones, las larvas de peces pueden consumir otro tipo de presas como los cladóceros, tintínidos y larvas de moluscos (Govoni *et al.*, 1983; Jenkins, 1987; Sánchez-Velasco y Norbis, 1997; Sánchez-Velasco *et al.*, 1999; Sánchez-Ramírez, 2003).

La mayoría de las larvas de peces son depredadores visuales por lo que la incidencia alimentaria es alta durante las horas de luz. Sin embargo especies con mayor desarrollo sensorial presentando una alta incidencia alimentaria durante la noche (Blaxter, 1969), cuando se concentra la mayor parte del zooplancton en la superficie del mar (Boltovskoy, 1981). Se ha documentado que especies de algunos Scombridos con tasas metabólicas y necesidades energéticas altas los órganos fotorreceptores se desarrollan a edad temprana y por lo general desde muy pequeñas presentan hábitos carnívoros (Margulies, 1997; Downing y Litvak, 2001).

En estudios sobre distribución de larvas de peces se ha encontrado que las bahías y cuerpos de agua protegidos juegan un importante papel en la reproducción de los peces adultos y la sobrevivencia de su progenie debido a que proporcionan refugio contra los depredadores y facilita el encuentro de las larvas de peces con sus presas (Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez, 1997; Peguero-Icaza y Sánchez-Velasco, 2004; Sánchez-Velasco *et al.*, 2004a).

Las bahías y estuarios localizados en ambas costas del Golfo de California poseen una gran significancia ecológica y pesquera. Éstos cuerpos de agua costeros se caracterizan por presentar una alta diversidad de especies y abundancia de especies de interés comercial (Peguero-Icaza y Sánchez-Velasco, 2004; Sánchez-Velasco *et al.*, 2006).

La Bahía de La Paz, es el cuerpo de agua costero de mayor extensión en el Golfo de California el cual por sus dimensiones y su comunicación permanente con el Golfo, hace suponer la existencia de un intercambio importante de sus aguas y la parte sur del Golfo (Urbán-Ramírez y Ramírez-Rodríguez, 1997). Este intercambio ha sido asociado por diversos autores, a la variación de los vientos, corrientes, remolinos y ciclo de mareas, entre otros procesos característicos de la región (Álvarez-Borrego *et al.*, 1978; Sánchez-Velasco *et al.*, 2006). En la bahía las variaciones topográficas, la influencia del Golfo de California y la ensenada de La Paz, dan como resultado una gran variedad de hábitats favorables para especies de peces con diferentes estrategias de vida (Castro-Aguirre *et al.*, 1995).

Además de lo anterior la bahía es afectada por variaciones hidrográficas derivadas de procesos de mayor escala como es el caso del fenómeno de oscilación climática conocido como El Niño (ENSO) aunque poco se sabe del impacto en la sobrevivencia larvaria en la región del Golfo de California en general.

En el presente trabajo se analiza la distribución de larvas de especies costeras dominantes en Bahía de La Paz, así como aspectos de sus hábitos alimentarios, tales como la incidencia alimentaria y la composición de la dieta en relación a características morfológicas funcionales durante julio 1997 y agosto 1998.

ANTECEDENTES

En las costas del Pacífico Noroccidental Mexicano (costa occidental de Baja California y Golfo de California) se han venido realizando numerosas campañas oceanográficas desde la década de los cincuenta del siglo pasado en asociación con el programa California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI). A partir de este programa se han generado atlas y reportes sobre las áreas y épocas de desove de las especies de peces prevaletentes en la región, con énfasis en pelágicos menores, resaltando por su abundancia especies como *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842), *Opisthonema libertate* (Günther, 1867), *Engraulis mordax* (Girard, 1856) y *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782).

En el Golfo de California, Moser *et al.* (1974) realizaron el primer estudio sobre larvas de peces en general encontrando una alta riqueza específica. Entre los trabajos orientados a especies de pelágicos menores se pueden mencionar los de De la Campa *et al.* (1976), Green-Ruíz y Aguirre-Medina (1992) y Martínez-Aguilar y De Anda-Montañez (1990) dirigidos a la estimación de biomasa reproductora; y Green-Ruíz e Hinojosa-Corona (1997), Hamman *et al.* (1998), Sánchez-Velasco *et al.* (2000) y Sánchez-Velasco *et al.* (2002) sobre áreas de desove y su relación con el ambiente. Entre los trabajos sobre asociaciones de larvas de peces y el ambiente se encuentran los de Ávalos-García *et al.* (2003), Armenta-Martínez (2004), Aceves-Medina *et al.* (2004) y Sánchez-Velasco *et al.* (2004b).

Entre los trabajos enfocados a morfología y desarrollo larvario en el Golfo y Bahías están los de Jiménez-Rosenberg (1994) y (1998) quién describió el desarrollo larval de especies de la familia Gerreidae (*Diapterus peruvianus*, *Eucinostomus dowii* y *E. gracilis*); el de Montesinos-González (1999) de una especie de la familia Labrisomidae (*Paraclinus sini*). Y el de Rebollar-Prudente (2000) quien realizó la diferenciación larval de las especies de Scombridos definiendo a *Euthynus lineatus* y los Tipos I y II del género *Auxis* ,

En particular, en la Bahía de la Paz, entre los estudios enfocados a la composición y distribución de larvas de peces se registran el de Moreno-Salas (1996) quien analizó la distribución de larvas de peces en la bahía durante dos temporadas, encontrando mayor diversidad en la parte somera de la bahía; y el de González-Navarro y Saldierna-Martínez (1997), quienes publicaron una lista sistemática de 100 especies que desovan dentro de la bahía.

Recientemente, Sánchez-Velasco *et al.* (2004a) analizaron la distribución y abundancia de larvas de peces en la Bahía de La Paz, durante dos veranos afectados por el fenómeno del niño registrando dominancia de especies de la familia Pomacentridae, Haemulidae y Gerridae de más del 75% del total de las larvas encontradas. Sánchez-Velasco *et al.* (2006) realizaron un estudio sobre la influencia del Golfo de California en la Bahía de La Paz, relacionando las corrientes geostroficadas y la distribución de larvas de peces en la zona, y Sánchez-Velasco *et al.* (2007) analizaron la distribución vertical de larvas de peces encontrando la mayor abundancia y diversidad en las capas más superficiales de la columna de agua.

Estos trabajos han generado conocimiento sobre las áreas y épocas de desove de las especies de peces que habitan en la región del Golfo de California y bahías adyacentes. Sin embargo, hasta la fecha, son escasos los estudios enfocados hacia aspectos de alimentación de larvas de peces. Entre los pocos trabajos existentes en zonas aledañas a Bahía de La paz se encuentran el de Sánchez-Velasco *et al.* (1999) sobre alimentación de *Euthynus lineatus* y *Auxis* spp. encontrando que este último consume básicamente nauplios de copépodos durante todo su desarrollo ontogénico y que *E. lineatus* tienen un espectro trófico más amplio incidiendo sobre apéndice y larvas de peces de otras familias como son Myctophidae, Clupeidae, Bregmacerotidae, Carangidae y Pomacentridae en tallas mayores; y el de Sánchez-Velasco y Shirasago (2000) quienes analizaron la alimentación de *S. japonicus* encontrando que la dieta varió interanualmente asociado a cambios ambientales. Mas recientemente, en las costas de Jalisco y Colima, se encuentra el de Siordia-Cermeño *et al.* (2006) sobre alimentación de larvas de *Bregmaceros bathymaster*

(Bregmacerotidae), quienes mencionan que los cambios temporales de la dieta de esta especie están asociados a la variación del zooplancton, observada a lo largo de las tres temporadas climáticas registradas en la zona.

El presente estudio representa el primer esfuerzo para conocer aspectos de alimentación de larvas de peces en cuerpos de agua costeros del Golfo de California, como es la Bahía de La Paz .

ÁREA DE ESTUDIO

La Bahía de La Paz ubicada en el estado de Baja California Sur se localiza entre los 24.1°-24.8° latitud N y los 110.2°-110.8° W ; y constituye el cuerpo de agua más extenso en la costa oriental de la Península de Baja California (Urbán-Ramírez y Ramírez-Rodríguez, 1997). Presenta una forma alargada, con su eje mayor de 90 Km orientado noroeste-sureste; su eje menor de 30 Km y profundidad máxima de 400 m (Cruz-Orozco *et al.*, 1996). La bahía está limitada por Punta Cabeza de Mechudo al norte y la Isla Espíritu Santo y el Canal de San Lorenzo al este (Fig. 1).

En cuanto a la hidrografía, la Bahía de La Paz está influenciada por el Golfo de California, especialmente en la parte profunda, por lo que la variabilidad en el sur del golfo determina en gran parte la variabilidad de mesoescala en la Bahía de La Paz. La marea es uno de los dos mecanismos de forzamiento más importantes que impulsan la dinámica de la bahía, lo cual ha sido corroborado al medir las corrientes de marea y simularlas en el modelo numérico. Sin embargo, a pesar del gran volumen de agua que se mueve al cooscilar la bahía en el Golfo de California, en ocasiones en las partes poco profundas y en los canales, el viento produce corrientes más intensas que las de marea y éstas llegan a dominar el patrón de circulación. La columna de agua es estable en toda la bahía excepto en la parte sureste que está cerca de la comunicación entre la bahía y la laguna costera (Obeso-Nieblas *et al.*,

1993; Jiménez-Illescas *et al.*, 1994; Jiménez-Illescas *et al.*, 1997; Monreal-Gómez *et al.*, 2001; Salinas-González *et al.*, 2003 y Obeso-Nieblas *et al.*, 2004).

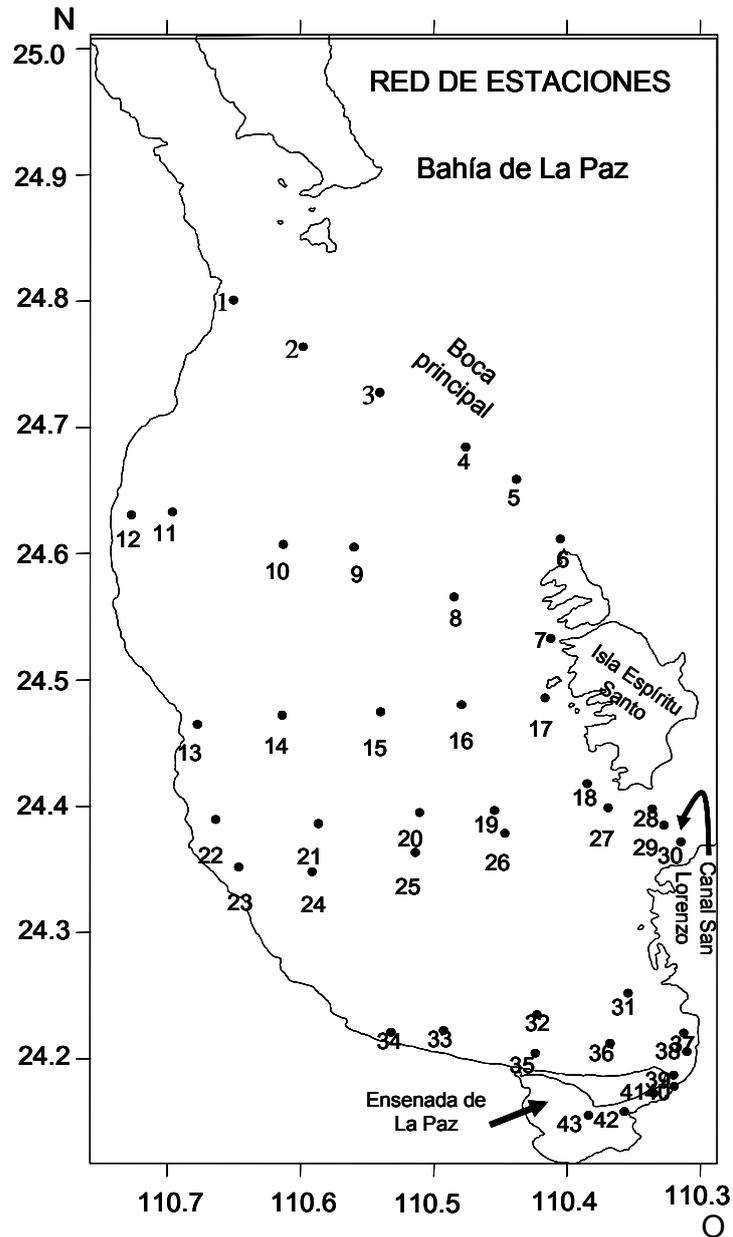


Figura 1. Localización de estaciones de muestreo en Bahía de La Paz durante julio de 1997 y agosto de 1998.

En cuanto a procesos de mayor escala se ha documentado que durante el fenómeno de El Niño 1997-1998 las condiciones hidrográficas de la bahía se vieron afectadas

notándose incremento de temperatura superficial de hasta 2 °C, depresión de la termoclina y aumento del nivel medio del mar. En cuanto a las comunidades de larvas de peces se observó que ocurrió un recambio de especies de afinidad templada por especies de afinidad tropical como consecuencia del incremento en la temperatura (Obeso-Nieblas *et al.*, 2004, Sánchez-Velasco, *et al.*, 2004a).

En relación a la comunidad íctica, Abitía-Cárdenas *et al.* (1994) registran un total de 390 especies, incluidas en 257 géneros y 106 familias de peces dentro de la Bahía de la Paz; lo cual es un reflejo de la diversidad de ambientes que prevalecen en la bahía. Balart *et al.* (1995) amplían a 522 el número de especies observadas dentro de la bahía, mencionando en ambos casos la presencia abundante de las especies sujeto de este estudio.

JUSTIFICACIÓN

La Bahía de La Paz es el cuerpo de agua costero más extenso que se ubica del lado peninsular del Golfo. Debido a su gran tamaño y conexión permanente con el golfo a través de dos bocas, juega un importante papel en la reproducción, alimentación y área de crianza para especies de peces que habitan en la bahía durante todo su ciclo de vida y los que entran en la bahía en alguna fase de su ciclo de vida (Castro-Aguirre *et al.*, 1994; Balart *et al.*, 1997). Sin embargo, a pesar del fuerte impacto de la pesca comercial y deportiva, así como de los asentamientos humanos en la bahía (Arreguín-Sánchez, 1994) y efectos ambientales de mayor escala como el Fenómeno de El Niño que influyen toda la región (Lavín *et al.* 1997); el conocimiento del ciclo de vida de especies de peces que habitan la zona, principalmente en la fase planctónica, es limitado.

Conocer aspectos sobre la ecología de las larvas de peces de especies costeras demersales abundantes y frecuentes en las costas de la bahía, como las especies de la familia Pomacentridae (*Abudefduf troschelii* y *Stegastes rectifraenum*), Haemulidae

(*Anisotremus davidsoni* y *Xenistius californiensis*) y Gerridae (*Eucinostomus dowii* y *Eucinostomus gracilis*) durante su periodo de reproducción más intenso (verano), permitirá comprender en mayor medida la estructura y dinámica de la comunidad larvaria, ya que estas especies conforman más del 70 % del total de esta comunidad en el verano (Sánchez-Velasco *et al.*, 2004 y Sánchez-Velasco *et al.*, 2006).

En particular, los estudios sobre hábitos alimentarios de larvas de peces contribuyen al entendimiento sobre el porqué se registran mortalidades de hasta 90% en esta etapa del ciclo de vida (e.j. Hunter 1981; Govoni *et al* 1983); además este tipo de trabajos generan conocimiento básico para estudios potenciales de acuicultura en la región, siendo bien conocido que el primer reto en esta disciplina es el obtener el alimento adecuado para larvas de primera alimentación (Peña-Martínez *et al.*, 2003 y Peña-Martínez *et al.*, 2004). También se contribuye a establecer claramente la identidad de los organismos sujetos de cultivo, por lo cual se han utilizado técnicas morfológicas que permiten identificar las especies con base a sus relaciones morfológicas (Jiménez-Rosenberg, 1994 y 1998; Montesinos- González, 1999 y Rebollar-Prudente, 2000).

OBJETIVO GENERAL

Conocer la distribución de la abundancia y aspectos de alimentación de larvas de *A. troschellii*, *S. rectifraenum*, *A. davidsonii*, *X. californiensis*, *E. dowii* y *E. gracilis* y su relación con la morfología funcional durante su desarrollo larvario, en las costas de la Bahía de La Paz en julio 1997 y agosto 1998; periodos afectados por el fenómeno de El Niño 1997-1998.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Conocer la distribución espacial de la abundancia de las larvas de las especies seleccionadas por etapa de desarrollo en julio 1997 y agosto 1998.

2. Identificar grupos de especies con base en la morfología funcional de las larvas de las especies seleccionadas en julio 1997 y agosto 1998.
3. Conocer la incidencia alimentaria de las larvas de especies seleccionadas en julio 1997 y agosto 1998.
4. Conocer la composición de la dieta de las larvas de especies seleccionadas por etapa de desarrollo en julio 1997 y agosto 1998.
5. Identificar grupos de especies con base en la composición de la dieta de las larvas de las especies seleccionadas en cada año.
6. Determinar la amplitud y el traslapamiento de la dieta entre las larvas de las especies seleccionadas por etapa de desarrollo en cada año.
7. Analizar el efecto del fenómeno de El Niño 1997-1998, a partir de referencias en la literatura, sobre la distribución y aspectos alimentarios de las larvas de las especies seleccionadas en cada año.

METODOLOGÍA

Trabajo de campo

El material biológico que se utilizó para el presente estudio proviene de las recolectas realizadas por el Departamento de Plancton y Ecología Marina del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN), dentro del marco del proyecto "Variabilidad espacio temporal de poblaciones de larvas de peces y su relación con procesos hidrográficos en bahía de La Paz y zona oceánica adyacente" Clave CONACyT 34071-7 dirigido por la Dra. Laura Sánchez.

Las recolectas se realizaron a bordo de una embarcación menor cubriendo una red de 43 estaciones de muestreo en los meses de julio de 1997 y agosto de 1998 (Fig. 1). Las muestras de zooplancton se recolectaron durante el día con una red cónica con 60 cm de diámetro de boca y 150 cm de largo, con luz de malla de 505 micras. A ésta se le adaptó un flujómetro digital para medir el volumen de agua filtrado siguiendo la técnica estándar de Smith y Richardson (1979). Los arrastres fueron

superficiales en forma circular durante cinco minutos a 2.5 nudos de velocidad. El material recolectado fue fijado con formalina al 4% y neutralizado con una solución saturada de borato de sodio como lo recomienda Griffiths *et al.* (1976).

Análisis de laboratorio

De las muestras recolectadas se separó el total de larvas de peces utilizando un microscopio estereoscópico (0.6x a 6.6x) con ocular micrométrico. Las larvas de las especies seleccionadas fueron identificadas hasta el nivel taxonómico mínimo posible de acuerdo a las características merísticas, morfológicas y de pigmentación establecidas para cada especie; utilizando para las larvas de las familias Pomacentridae y Haemulidae los criterios propuestos Moser (1996) y para las larvas de la familia Gerreidae los propuestos por Jiménez-Rosenberg (1998).

Conociendo que la flexión de la notocorda genera cambios morfológicos y fisiológicos que se asocian al incremento de los requerimientos nutricionales y por tanto a un cambio en la composición de la dieta (Last, 1980 y Margulies 1993), se considero importante determinar la etapa de desarrollo en la que se encontraba cada larva siguiendo la clasificación propuesta por Kendall *et al.* (1984) y Moser (1996):

Preflexión. Estadio larvario en el cual el notocordio aún no ha comenzado a flexionarse o curvarse.

Flexión. Estadio larvario en el cual el notocordio se curva o flexiona y comienza la formación de los elementos hypurales.

Postflexión. Estadio larvario en el cual el notocordio esta completamente flexionado y los elementos hypurales han terminado de formarse.

Transformación, Estado de desarrollo en el que se pierden las características típicas del estado larvario, como por ejemplo el tejido adiposo, prolongaciones de espinas y radios.

Debido a que la etapa de flexión ocurre en un periodo de tiempo muy corto, en este trabajo se agruparon de la siguiente manera: Larvas en etapa de preflexión-flexión y larvas en etapa postflexión.

Posteriormente se generó una matriz de abundancia para cada especie por etapa de desarrollo y por año con la cual las larvas fueron normalizadas a número de larvas por 10 m² de superficie de agua de mar (Smith y Richardson, 1979).

Análisis de datos

Distribución espacial

Para conocer la distribución espacial de las larvas de las especies seleccionadas por etapa de desarrollo para cada año, se realizaron mapas de distribución por intervalos de abundancia mediante el programa SURFER versión 8.

Morfología funcional

Con la intención de identificar grupos de especies con base en las características morfológicas que influyen en los hábitos de alimentación, se tomaron las siguientes medidas en cada larva: Longitud patrón (Lp), longitud de la punta del hocico al extremo posterior de la notocorda en larvas en etapa preflexión-flexión, y hasta el extremo posterior del complejo hypural en larvas en etapa postflexión; longitud cefálica (Lc), desde la punta del hocico hasta la abertura opercular; longitud cefaloanal (Lca), desde la punta del hocico hasta la abertura anal y longitud de la mandíbula inferior (Lmi), desde la punta de la mandíbula hasta la sínfisis posterior de la abertura bucal, altura del cuerpo (Ac), parte más alta del cuerpo de la larva y diámetro del ojo (Dojo), utilizando un microscopio estereoscópico (0.6x a 6.6x) con ocular micrométrico (Fig. 2).

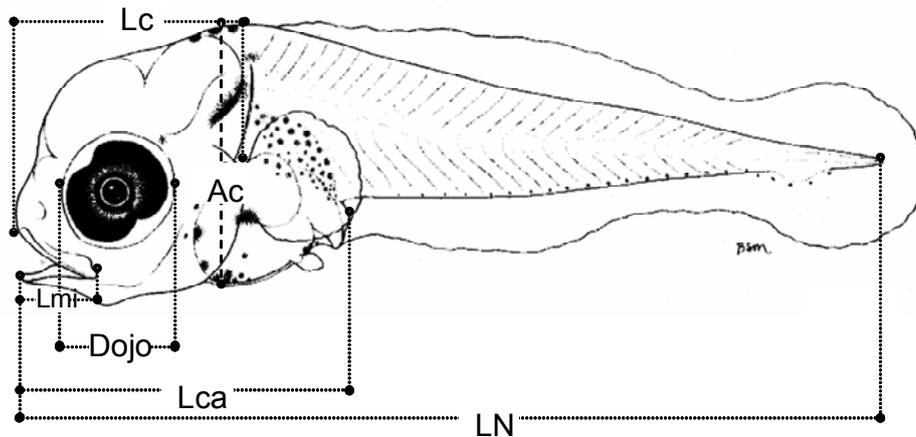


Figura 2. Larva de *Abudedefduf troschelii* en etapa de preflexión (2.5 mm LN); LN, longitud notocordal (longitud patrón en larvas de mayor talla); Lc, longitud cefálica; Lca, longitud cefaloanal; Ac, altura del cuerpo; Lmi, longitud de la mandíbula inferior; Dojo, diámetro del ojo. Modificado de Moser (1996).

La Lmi se utilizó para calcular el tamaño relativo de la boca (TRB) de cada larva mediante el índice de Shirota (1970) el cual se basa en la siguiente formulación:

$$D = \sqrt{2} (Lmi)$$

Donde:

D = Tamaño relativo de la boca (mm)

Lmi = Longitud de la mandíbula inferior.

Basándonos en las características taxonómicas se definieron previamente seis grupos considerando a cada familia como un grupo independiente.

Para identificar grupos de especies con base en la morfología funcional, se utilizó la matriz de datos con las medidas mencionadas de 260 larvas en julio de 1997 y de 192 larvas en agosto de 1998, (eliminando previamente los datos de los ejemplares con tallas > de 6 mm por su baja representatividad y aquellos ejemplares con datos incompletos). Se aplicaron dos técnicas de análisis multifactoriales con el fin de contrastar las tendencias encontradas en ambos análisis.

1. Se utilizó el análisis de función discriminante de las Variables Canónicas (AVC) para determinar que variables discriminan o diferencian dos o más de las especies de estudio (Ludwig y Reynolds, 1988), a partir de las variables morfológicas de las especies en estudio, mediante la reducción de dimensiones o factores. Este análisis se emplea ya sea como método exploratorio para poner a prueba una hipótesis, o para determinar que variable(s) son mejores predictores de la separación de grupos. El análisis global resulta en el estadístico lambda de Wilks, que representa la significancia de poder de discriminación del modelo. Los valores de lambda van de 1 (no discriminación) a 0 (discriminación perfecta). Cada variable incorpora un valor parcial de lambda, que representa su contribución en la discriminación del modelo. Para este análisis se utilizó el paquete de cómputo Statistica 6.0 (StatSoft, 1995).

2) Se aplicó un análisis de clasificación numérica a la matriz de larvas considerando las seis variables morfométricas mediante el Índice de Bray-Curtis (Bray-Curtis, 1957) el cual homogeniza las varianzas al realizar una doble transformación (raíz-raíz). Los dendrogramas fueron obtenidos mediante el método de ligamiento flexible ($\beta = 0.25$). Este análisis fue calculado mediante el programa PC-ORD Versión 4.25 (McCune y Meffor, 1999).

Alimentación

Para conocer la composición de la dieta se disecaron las larvas de las especies seleccionadas con agujas de punta fina con un microscopio estereoscópico (0.6x a 6.6x) con un ocular micrométrico. En los casos en que se encontró contenido estomacal se hicieron preparaciones frescas y se observaron en un microscopio óptico (5x a 100x) con un ocular micrométrico. Las presas se identificaron hasta el taxón mínimo posible con base en las estructuras rígidas no digeridas que permitieron ser reconocidas, de acuerdo con los criterios de identificación establecidos por Tregouboff y Rose (1957), Boltovskoy (1981) y Smith (1977) para el

plancton en general y los trabajos de Rose (1933) y Palomares-García *et al.* (1998) para copépodos.

Para conocer el porcentaje de larvas con alimento de las seis especies seleccionadas en cada año se determinó **la incidencia alimentaria**, expresada en términos de porcentaje considerando las larvas analizadas que contenían alimento entre el total de larvas analizadas de acuerdo a la siguiente fórmula:

% Incidencia alimentaria = (número de larvas con alimento / total de larvas analizadas) x 100

Para determinar **las presas importantes del espectro trófico** de las larvas de las seis especies seleccionadas por etapa de desarrollo en cada año se utilizó el índice de importancia relativa (IIR) de Laroche (1982) que consiste en la siguiente ecuación:

$$IIR = \%F + \%N$$

Donde:

IIR = índice de importancia relativa del alimento *a*

%F = porcentaje de larvas analizadas que tuvieron la categoría de alimento *a* en su tracto digestivo.

%N = porcentaje de la categoría alimentaria *a* del total de presas ingeridas.

Para identificar **grupos de especies con base a la composición de la dieta**, se utilizó una matriz de datos de 142 larvas y 18 categorías alimentarias en julio de 1997 y 118 larvas y 17 categorías alimentarias en agosto de 1998. Se eliminaron las larvas que contenían ≤ 2 presas. Los datos fueron transformados a raíz-raíz ($X'_{ij} = X^{1/4}_{ij}$). Los grupos de larvas se determinaron mediante el índice de Bray-Curtis (Bray-Curtis, 1957), el cual es recomendado para organismos del zooplancton (distribución heterogénea) porque no da peso a las dobles ausencias (Clifford y Sthephenson,

1975). Los dendrogramas se obtuvieron mediante el método de ligamiento flexible ($\beta = 0.25$) con el programa PCOR.

Para determinar la **amplitud de la dieta** de las larvas de cada especie por etapa de desarrollo y por año se empleo el índice estandarizado de Levins (Hurlbert, 1978; Krebs, 1989), mediante la siguiente fórmula:

$$B_i = \frac{1}{n-1} \left(\frac{1}{\sum_j p_{ij}^2} - 1 \right)$$

Donde B_i = Índice estandarizado de Levins para el depredador i

p_{ij} = Proporción de la presa j en la dieta del depredador i

n = Número de componentes alimentarios

El índice asume valores de 0 a 1. Cuando los valores de B_i son cercanos a cero, el depredador se considera especialista, debido a que utiliza un número bajo de recursos y presenta una preferencia por ciertos componentes. Cuando los valores son cercanos a uno, su espectro es generalista, lo que indica que utiliza todos los recursos sin ninguna selección.

Para determinar el grado de **traslapamiento de la dieta** entre las larvas de las especies analizadas en cada año se utilizó el índice de Schoener (1970):

$$a = 100 \left[1 - 0.5 \sum_{i=1}^n |P_{x_i} - P_{y_i}| \right]$$

Donde....

a = Índice de traslapamiento

P_{xi} = La proporción de la categoría alimentaria en la dieta de la especie x ,

P_{yi} = La proporción de la categoría alimentaria en la dieta de la especie y ,

n = número de categorías alimentarias.

RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

JULIO 1997

Familia Pomacentridae

Abudefduf troschelii

Las larvas de *A. troschelii* en etapa de preflexión – flexión se encontraron en 17 estaciones de muestreo, distribuyéndose en las estaciones costeras de la bahía desde la parte norte hacia el sur, hasta la Ensenada de La Paz y en la parte este de isla Espíritu Santo y Canal de San Lorenzo. La mayor abundancia se encontró en la boca de acceso a la Ensenada con valores mayores a 150 larvas por 10m² (Fig. 3a).

Durante la etapa de postflexión las larvas de *A. troschelii* se distribuyeron en ocho estaciones de muestreo desde la zona costera norte hacia el Canal de San Lorenzo, con abundancia promedio entre 0.1 y 50 larvas por 10m² (Fig. 3b).

Durante la transformación esta especie se distribuyó en siete estaciones de muestreo ubicadas una en la parte norte de la bahía y el resto en la parte central de la costa, en la zona adyacente a la Ensenada de La Paz y en el Canal de San Lorenzo con valores de abundancia promedio <50 larvas por 10m² (Fig. 3c).

Stegastes rectifraenum

Las larvas de *S. rectifraenum* en etapa de preflexión-flexión se distribuyeron en nueve estaciones, dos en la parte más septentrional de la red de estaciones y siete en la zona somera adyacente a la Ensenada de La Paz y Canal de San Lorenzo; la mayor abundancia se presentó en el Canal de San Lorenzo con valores >150 larvas por 10 m² (Fig. 4). No se encontraron ejemplares de esta especie en etapa de postflexión, ni en transformación.

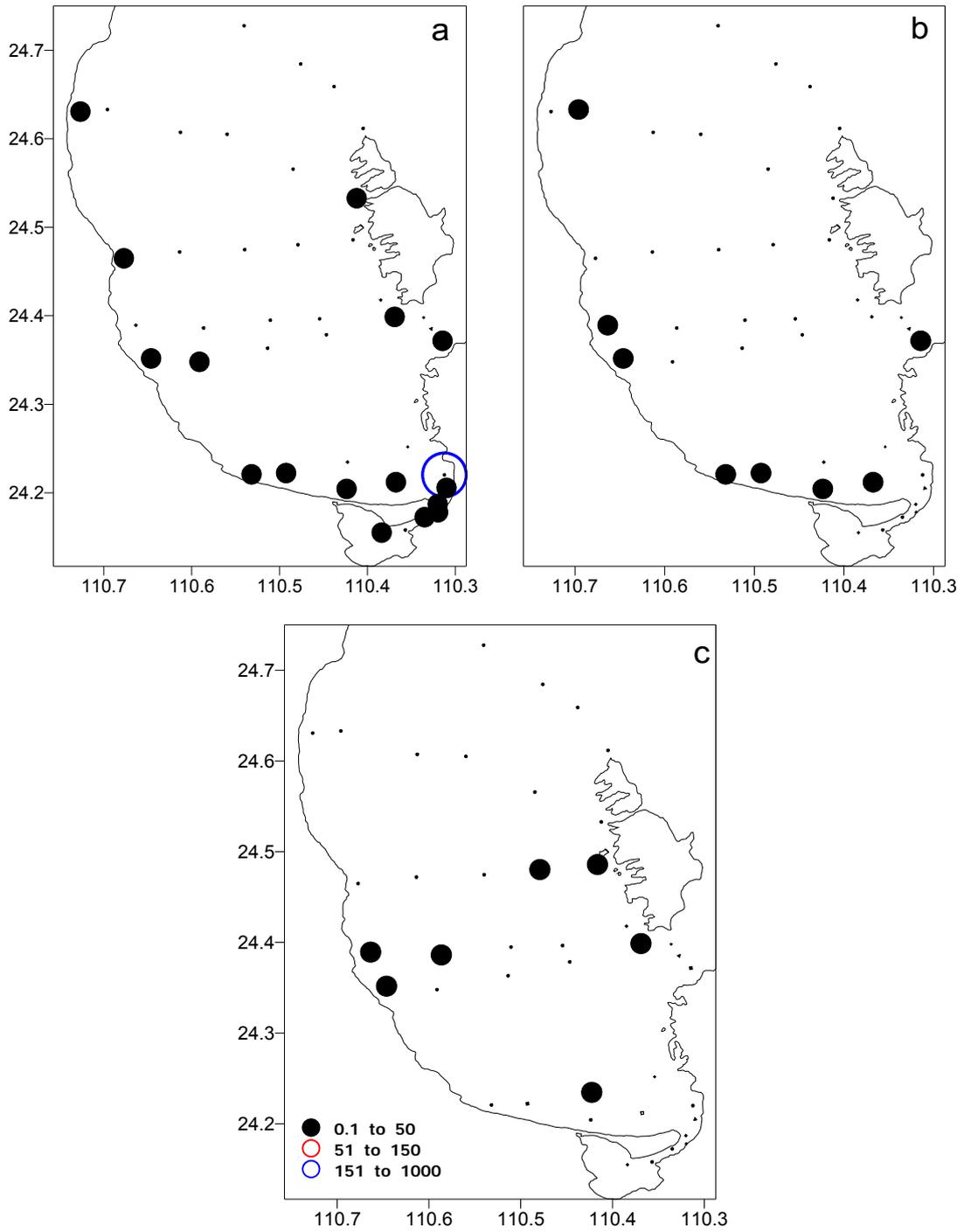


Figura 3. Distribución de la abundancia de las larvas de *A. troschelii* (No. larvas/10 m²) durante Julio 1997. a) Preflexión-flexión, b) Postflexión y c) Transformación.

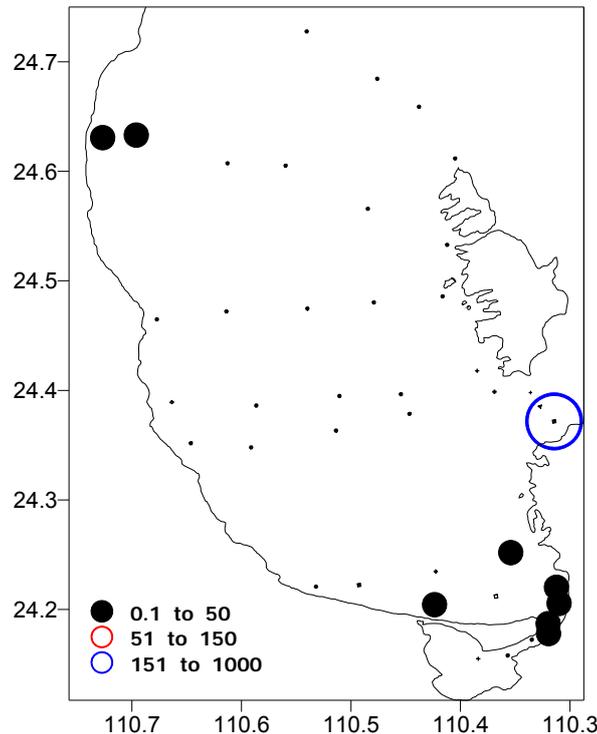


Figura 4. Distribución de la abundancia de las larvas de *S. rectifraenum* (No. larvas/10 m²) durante Julio 1997. Preflexión-flexión,.

Familia Haemulidae

Xenistius californiensis

Las larvas de *X. californiensis* en etapa de preflexión-flexión se distribuyeron en 16 estaciones de muestreo principalmente en la zona adyacente a la Ensenada de La Paz y hacia el Canal de San Lorenzo. La mayor abundancia promedio se encontró en el Canal de San Lorenzo con valores de abundancia promedio > 150 larvas por 10 m² y en el canal de acceso a la Ensenada de La Paz con valores de abundancia promedio de 51 a 150 larvas por 10 m² (Fig. 5a).

Las larvas de *X. californiensis* en etapa de postflexión se distribuyeron en dos estaciones ubicadas en la parte somera aladaña a la Ensenada de la Paz, Canal de San Lorenzo y costa oeste de la bahía con valores de abundancia promedio de 0.1 a 50 larvas por m² (Fig. 5b). No se encontraron ejemplares de *X. californiensis* en transformación.

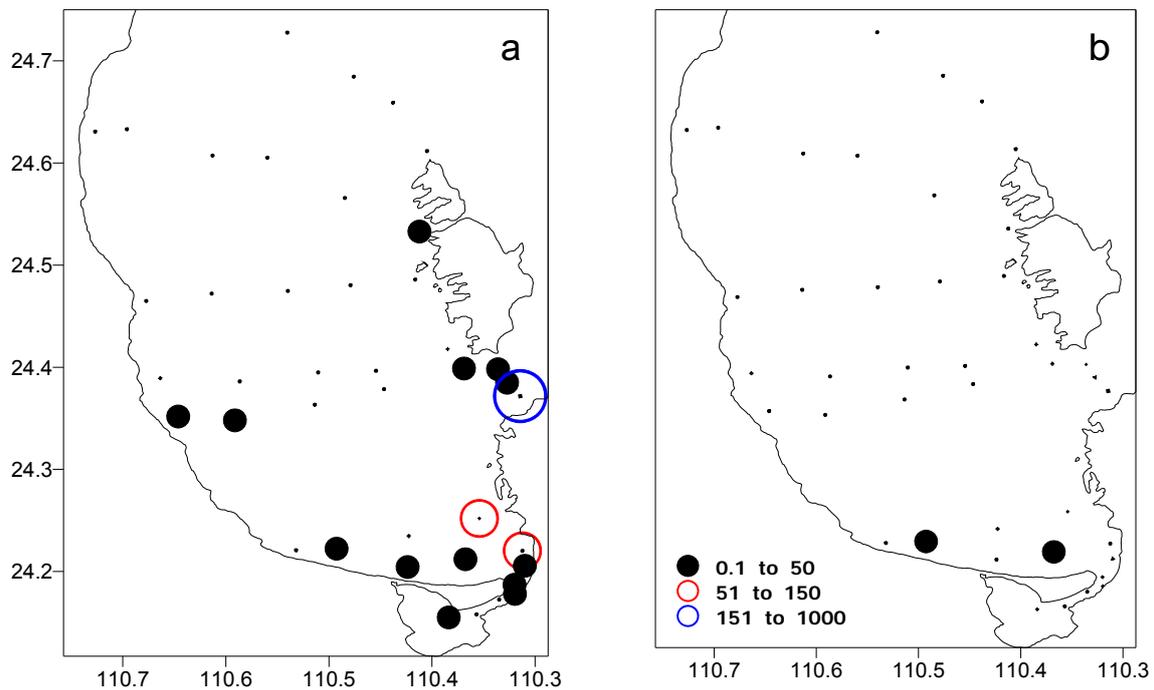


Figura 5. Distribución de la abundancia de larvas de *X. californiensis* (No. larvas/10 m²) durante Julio 1997. a) Preflexión-flexión y b) Postflexión.

Anisotremus davidsonii

Las larvas de *A. davidsonii* en etapa de preflexión-flexión se encontraron en cuatro estaciones de muestreo principalmente en la zona aledaña a la Ensenada de La Paz, mostrándo valores de abundancia promedio < 50 larvas por m² (Fig. 6a).

Las larvas de *A. davidsonii* en etapa de postflexión se distribuyeron en una estación costera aledaña a la Ensenada de la Paz con valores de abundancia promedio < 50 larvas por m² (Fig. 6b). No se encontraron ejemplares de *A. davidsonii* en transformación.

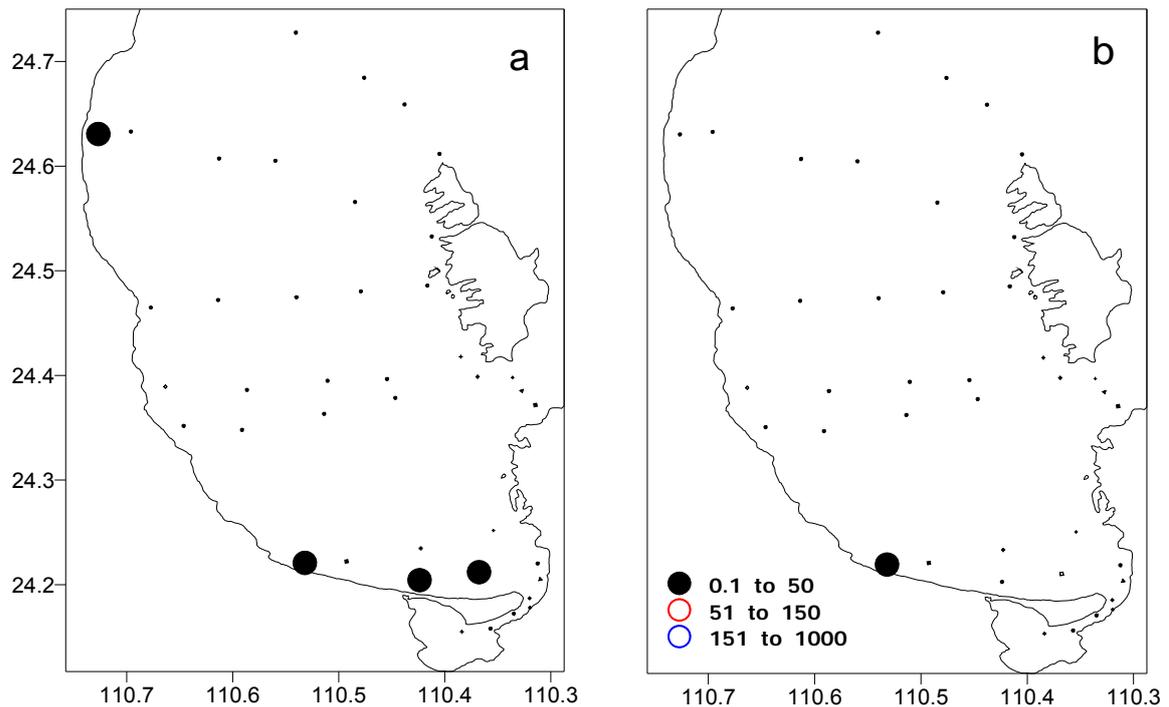


Figura 6. Distribución de la abundancia de larvas de *A. davidsonii* (No. Larvas/10 m²) durante Julio 1997. a) Preflexión-flexión y b) Postflexión.

Familia Gerreidae

Eucinostomus gracilis

Durante la etapa de preflexión–flexión las larvas de *E. gracilis* se distribuyeron en 19 estaciones de muestreo, desde la parte norte hacia el sur de la bahía y Canal de San Lorenzo. La abundancia promedio más alta se observó en el canal de acceso a la Ensenada y en la parte central con valores de 51 a 150 larvas por 10 m² (Fig. 7a).

Durante la etapa de postflexión las larvas de *E. gracilis* se distribuyeron en cinco estaciones costeras de la bahía aledañas a la Ensenada con valores de 51 a 150 larvas por 10 m² (Fig. 7b). No se encontraron ejemplares de *E. gracilis* en transformación.

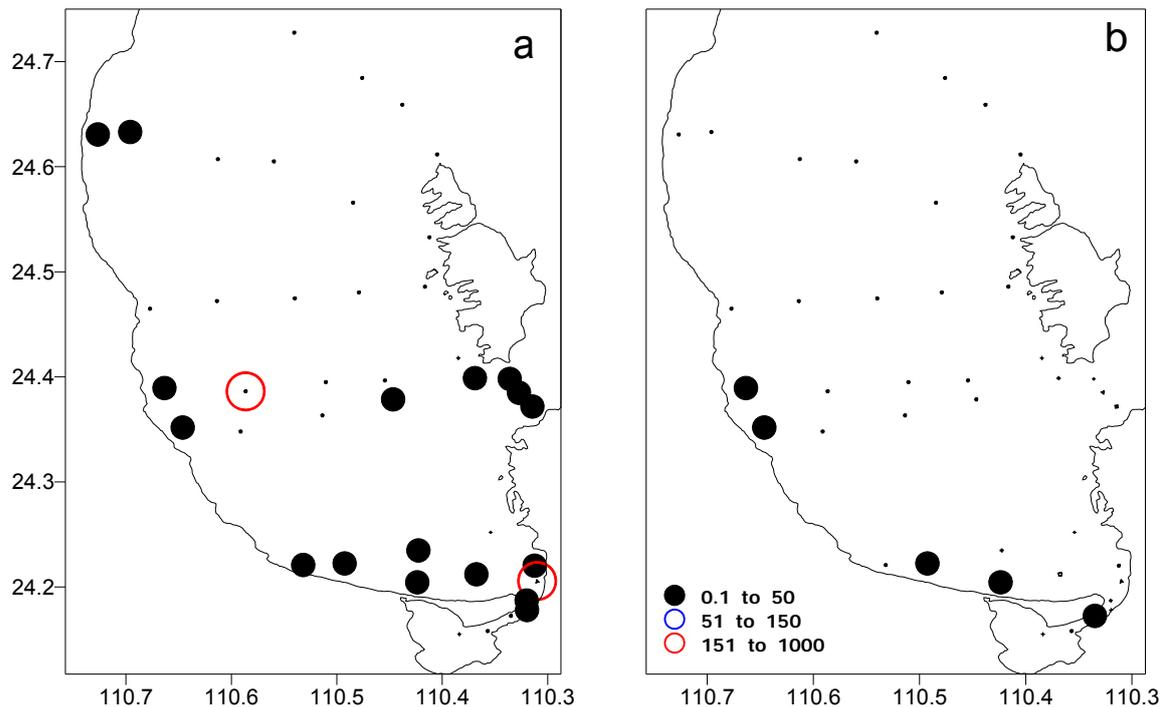


Figura 7. Distribución de la abundancia de las larvas de *E. gracilis* (No. larvas/10 m²) Julio 1997. a) Preflexión, b) Postflexión.

Eucinostomus dowii

Durante la etapa de preflexión-flexión las larvas de *E. dowii* se encontraron en 14 estaciones principalmente en la zona somera adyacente a la Ensenada, dentro de ella y Canal de San Lorenzo con valores de abundancia promedio < 50 larvas por 10 m² (Fig. 8a).

Durante la etapa de postflexión las larvas de *E. dowii* se encontraron en 4 estaciones desde la parte norte de la bahía hasta la zona somera adyacente a la Ensenada, dentro de ella y Canal de San Lorenzo con valores de abundancia <50 larvas por 10 m² (Fig. 8b).

Durante la transformación de *E. dowii* se distribuyó en dos estaciones en la canal de acceso al la Ensenada de La Paz y una al norte de la bahía todas con valores de abundancia < 50 larvas por 10m² (Fig. 8c).

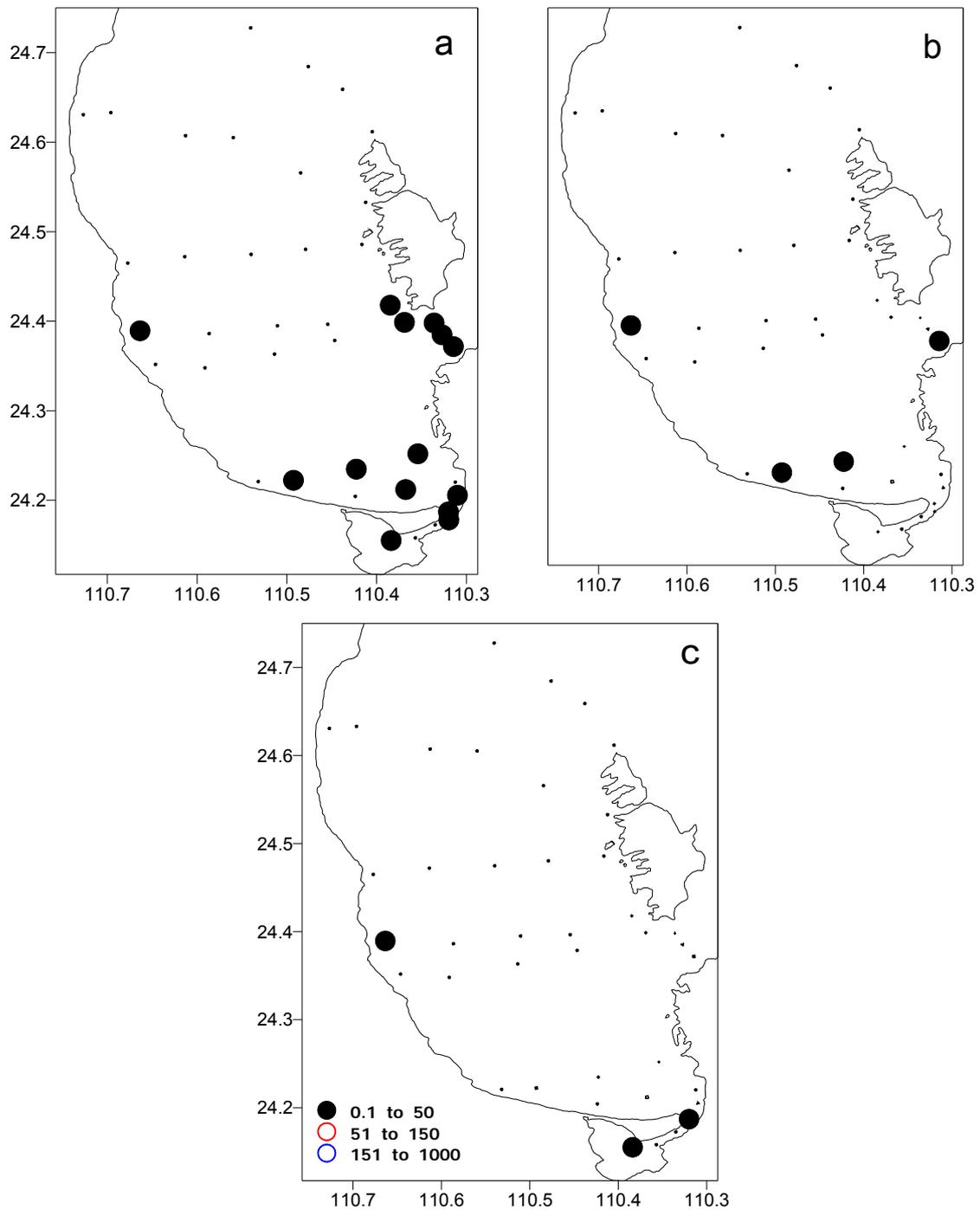


Figura 8. Distribución de la abundancia de las larvas de *E. dowii* (No. larvas/10 m²) Julio 1997. a) Preflexión, b) Postflexión, c) Transformación.

AGOSTO DE 1998

Familia Pomacentridae

Abudefduf troschelii

Las larvas de *A. troschelii* en etapa de preflexión-flexión se distribuyeron en 14 estaciones de muestreo en la zona costera desde el norte hacia el sur de la bahía, incluyendo la parte central, la Isla Espíritu Santo y el Canal de San Lorenzo. La mayor abundancia promedio se encontró en la boca de acceso a la Ensenada con valores entre 50 a 150 larvas por 10 m² y en el Canal de San Lorenzo con abundancia promedio > 150 larvas por 10 m² (Fig. 9a).

Durante la etapa de postflexión las larvas de *A. troschelii* se distribuyeron en dos estaciones de muestreo en la costa central de la bahía con valores de abundancia promedio <0.1 y 50 larvas por 10m² (Fig. 9b). No se encontraron ejemplares de *A. troschelii* en transformación.

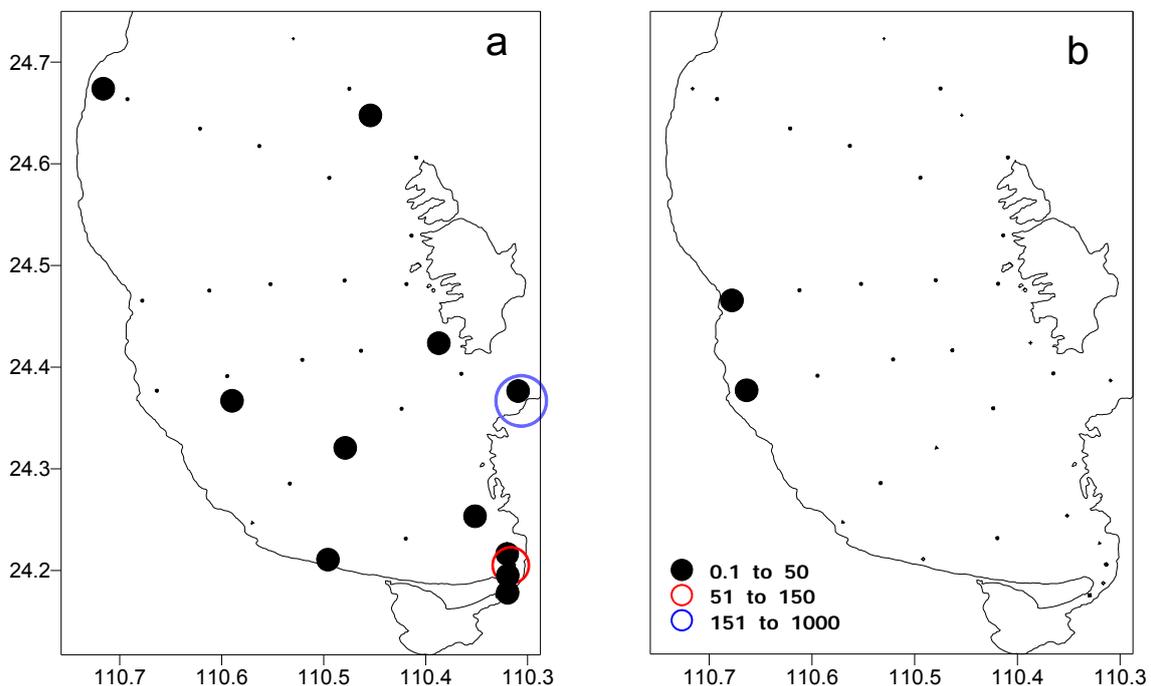


Figura 9 Distribución de la abundancia de las larvas de *A. troschelii* (No. larvas/10 m²). Agosto 1998. a) Preflexión, b) Postflexión.

Stegastes rectifranum

Las larvas de *S. rectifraenum* en etapa de preflexión–flexión se distribuyeron en nueve estaciones, ubicadas en la zona somera de la bahía, en el canal de acceso de la Ensenada y el Canal de San Lorenzo, la mayor abundancia promedio se presentó en el Canal de San Lorenzo con valores > 150 larvas por 10 m^2 (Fig. 10). No se encontraron ejemplares de *S. rectifraenum* en etapa de postflexión ni en transformación.

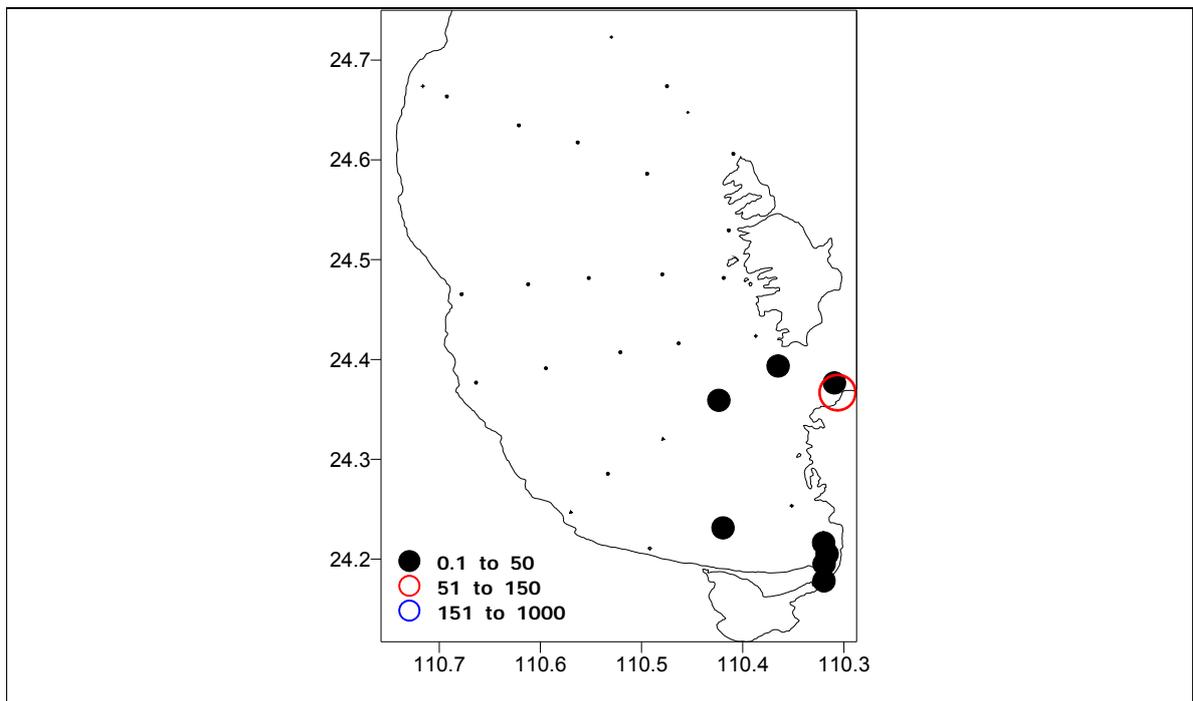


Figura 10 Distribución de la abundancia de las larvas de *S. rectifraenum* (No. larvas/ 10 m^2). Agosto 1998. a) Preflexión, b) Postflexión.

Familia Haemulidae

Xenistius californiensis

Durante la etapa de preflexión–flexión las larvas de *X. californiensis* se distribuyeron en diez estaciones de muestreo principalmente la zona somera de la bahía, en la entrada a la Ensenada y el Canal de San Lorenzo. La mayor abundancia promedio

se encontró en el Canal de San Lorenzo con valores de 0.1 a 50 larvas por 10 m² (Fig. 11a).

Durante la etapa de postflexión las larvas de *X. californiensis* se distribuyeron en una estación ubicada en la boca de acceso a la Ensenada de la Paz, con valores de abundancia promedio de 0.1 a 50 larvas por 10 m² (Fig. 11b). No se encontraron ejemplares de *X. californiensis* en transformación.

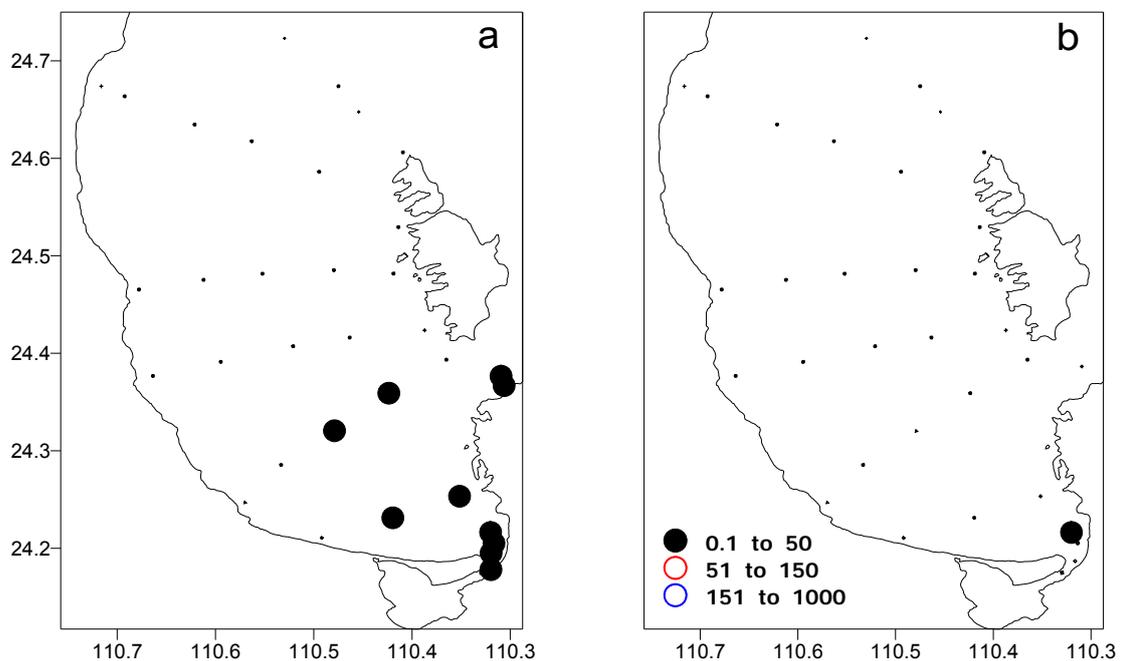


Figura 11 Distribución de la abundancia de las larvas de *X. californiensis* (No. larvas/10 m²). Agosto 1998. a) Preflexión, b) Postflexión.

Anisotremus davidsonii

Durante la etapa de preflexión–flexión las larvas de *A. davidsonii* se distribuyeron en cinco estaciones de muestreo ubicadas en el centro de la bahía y en la costa este de Isla Espíritu Santo; los valores de abundancia promedio fueron de 0.1 a 50 larvas por 10 m² (Fig. 12). No se encontraron larvas de *A. davidsonii* en etapa de postflexión ni en transformación.

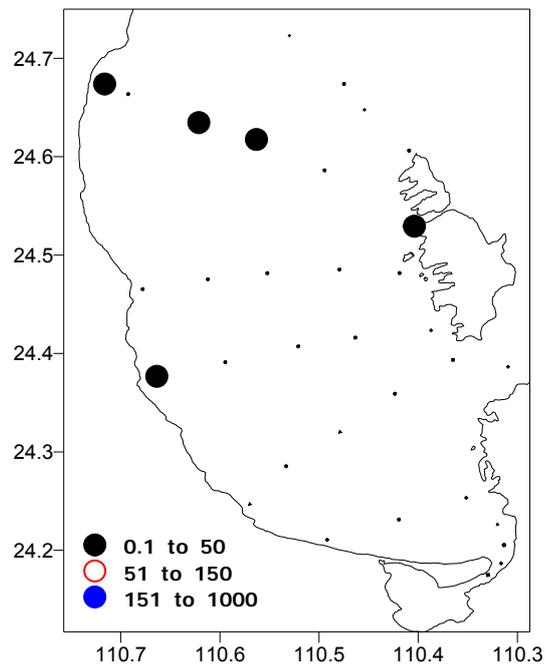


Figura 12 Distribución de la abundancia de las larvas de *A. davidsonii*. (No. larvas/10 m²). Agosto 1998. Preflexión.

Eucinostomus gracilis

Durante la etapa de preflexión–flexión las larvas de *E. gracilis* se distribuyeron en ocho estaciones de muestreo, en la parte sur de la bahía, principalmente en el canal de acceso a la Ensenada, con valores de abundancia promedio entre 51 a 150 larvas por 10 m² (Fig. 13a).

Durante la etapa de postflexión las larvas de *E. gracilis* se distribuyeron en dos estaciones de muestreo ubicadas en la zona somera adyacente a la Ensenada con valores de abundancia promedio < 50 larvas por 10 m² (Fig. 13b). No se encontraron ejemplares *E. gracilis* en de transformación.

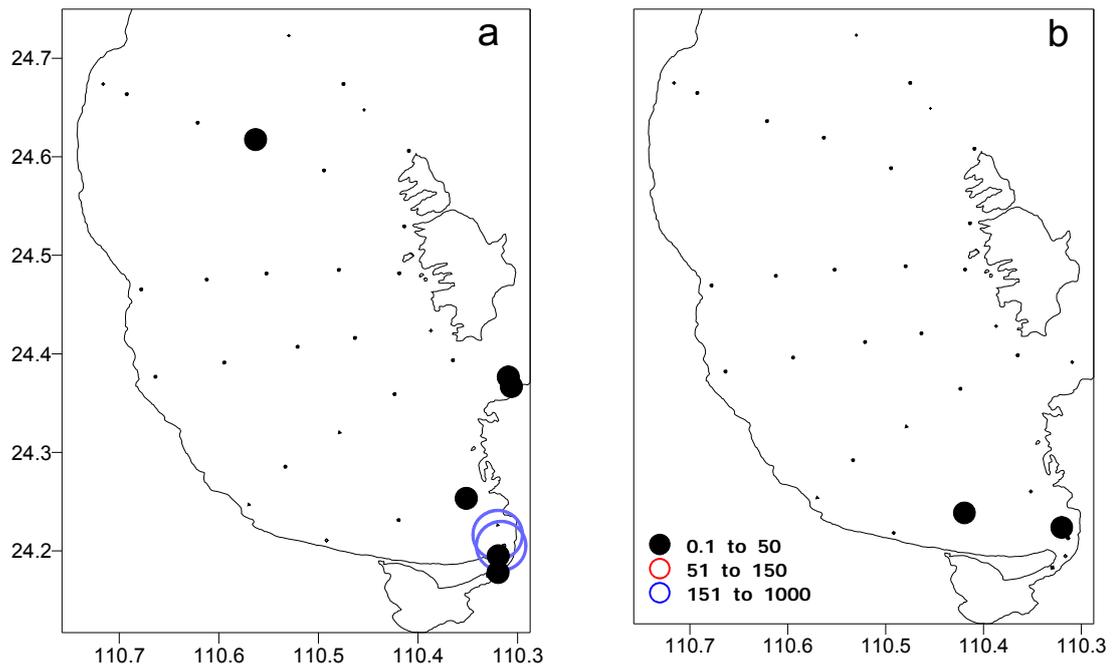


Figura 13 Distribución de la abundancia de las larvas de *E. gracilis* (No. larvas/10m²). Agosto 1998. a) Preflexión, b) Postflexión.

Eucinostomus dowii

Las larvas de *E. dowii* en etapa de preflexión–flexión se distribuyeron en seis estaciones ubicadas en el canal de acceso a la Ensenada y Canal de San Lorenzo, con valores de abundancia promedio < 50 larvas por 10 m² (Fig. 14a).

Durante la etapa de postflexión las larvas de *E. dowii* se distribuyeron en cuatro estaciones ubicadas en la boca de la Ensenada y Canal de san Lorenzo, con valores de abundancia promedio < 50 larvas por 10 m² (Fig. 14b). No se encontraron larvas de *E. dowii* en transformación.

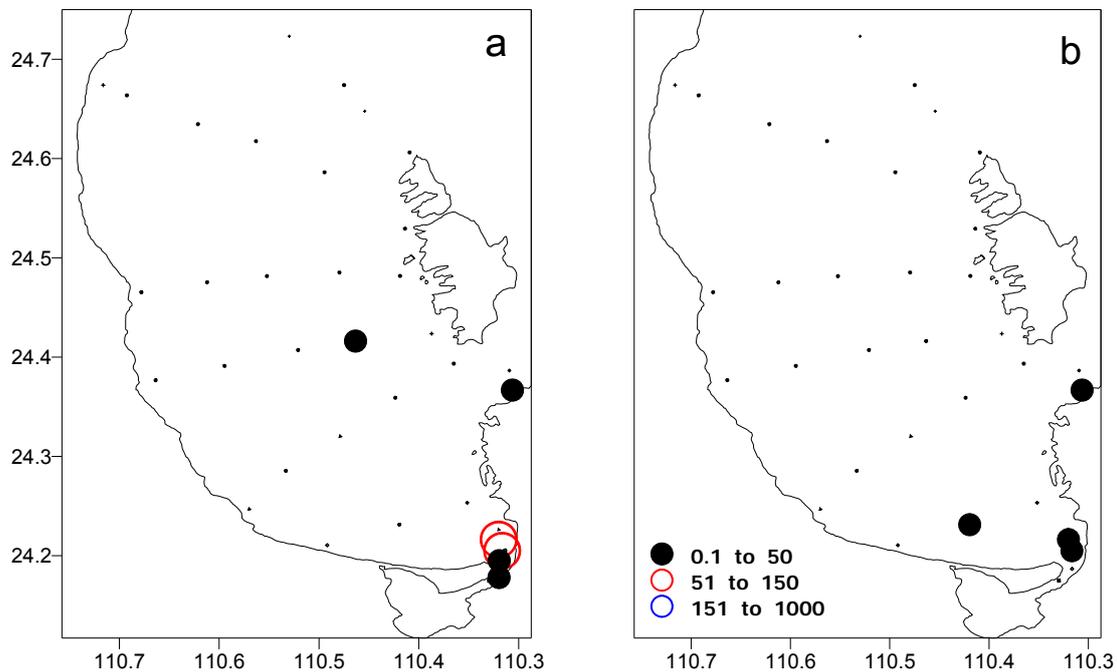


Figura 14 Distribución de la abundancia de las larvas de *E. dowii* (No. larvas/10 m²). Agosto 1998. a) Preflexión, b) Postflexión.

MORFOLOGÍA FUNCIONAL

Grupos de especies con base en las características morfológicas

Análisis de discriminantes

JULIO 1997

De acuerdo con el análisis discriminante, las variables morfológicas que contribuyeron en forma principal para clasificar a las especies de julio 1997 fueron, Longitud patrón (Lp), Longitud cefaloanal (Lca), Altura del cuerpo (Ac), Diámetro del ojo (Dojo) y Longitud mandíbula inferior (Lmi) (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen del análisis de función discriminante de las 6 variables evaluadas de las especies de julio 1997. Lambda de Wilks (λ)=0.069 aprox., F (30,998)= 31.513, $p < 0.0000$. En negritas los valores de p significativos.

Variables	Lambda de Wilks	Lambda parcial	F-remove (5.181)	p-level	Tolerancia	1-Tolerancia (R2)
Lp	0.124526	0.558485	39.36983	0.000000	0.113417	0.886583
Lc	0.070352	0.988541	0.57726	0.717413	0.104025	0.895975
Lca	0.110504	0.629351	29.32917	0.000000	0.122707	0.877293
Ac	0.125801	0.552827	40.28244	0.000000	0.083071	0.916929
Dojo	0.083746	0.830440	10.16822	0.000000	0.187168	0.812832
Lmi	0.110118	0.631558	29.05264	0.000000	0.397217	0.602783

Las dos principales variables canónicas (VC) que representaron el 92% de la variancia entre especies fueron VC1 con el 81.5% y el VC2 explico el 10.5% de la variación (Tabla 2).

Tabla 2. Coeficientes estandarizados derivados del análisis de función discriminante de las 6 variables evaluadas de las especies de julio 1997. Se resaltan los caracteres con mayor contribución por variable canónica.

Variables	VC1	VC2
Lp	-0.932357	0.174586
Lc	-0.968308	0.092926
Lca	-0.938323	-0.033675
Ac	-0.948051	0.000419
Dojo	-0.907505	0.298986
Lmi	-0.693714	-0.710505
eigenvalor	4.890	0.634
% acumulado	4.890	5.525
	(81,5%)	(92,0%)

Mediante el estadístico (X^2) asociado al cálculo de las funciones discriminantes se determinaron los valores significativos de la correlación canónica indicando la alta proporción de la variancia compartida entre las especies y las variables morfométricas julio 1997 (Tabla 3).

Tabla 3 Resumen del Análisis de Variancia Canónica de las 6 medidas morfométricas de las especies de julio 1997. Prueba de X^2 con remoción sucesiva de raíces: VC (Variable Canónica), R (Correlación canónica), λ (Lambda de Wilks), g. l. (grados de libertad), p-nivel (nivel de significancia).

CV	Eigenvalor	R	λ	X^2	g.l.	p-nivel
0	2.835211	0.859801	0.069546	674.4389	30	0.0000
1	1.585481	0.783087	0.266724	334.3501	20	0.0000

En la figura 15 se proyectan los resultados del análisis discriminante para las dos principales funciones de las especies de julio 1997. En la VC1, los Pomacéntridos (Sr97, At97) y al Haemúlido (Ad97), y se segregan de los Gerreidos (Ed97 y Eg97) y el Haemúlido (Xc97); mientras que en la VC2, los Haemúlidos (Ad97 y Xc97) se segregaron de los Pomacentridos (Sr97 y At97).

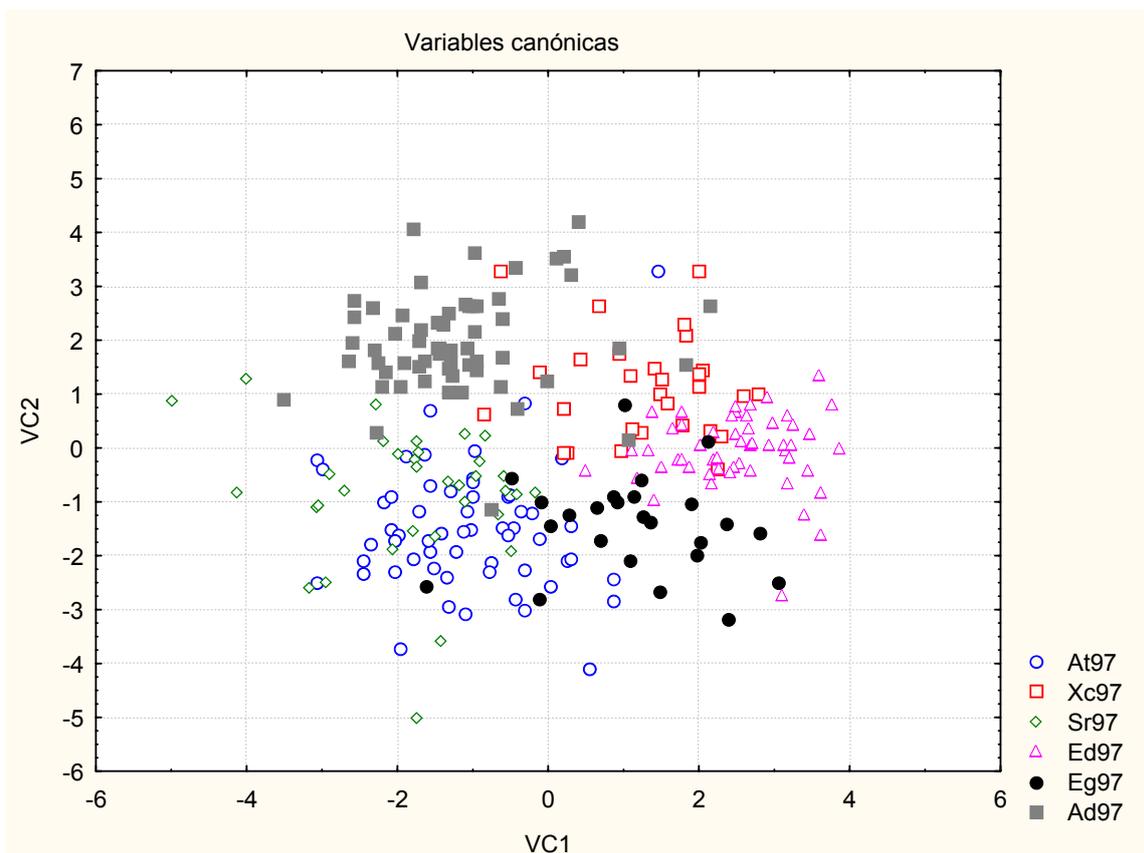


Figura 15. Proyección en el plano de las funciones canónicas de las especies de julio 1997. *A. troschellii* (At97), *S. rectoris* (Xc97), *X. californiensis* (Sr97), *A. davidsonii* (Ed97), *E. gracilis* (Eg97), *E. dowii* (Ad97). La variable canónica (VC1) representó el 81.5% de la variancia; mientras que la variable canónica (VC2) representó el 10.5% de la variancia.

La clasificación de las especies varió ampliamente, solamente dos especies fueron clasificadas Ed97 con más del 96% y Ad97 con más del 91% de confiabilidad, las demás especies presentaron valores de clasificación menores entre 58.8 y 75.8% (Sr97, Eg97, Xc97, At97) (Tabla 4). La clasificación de las especies a partir de las distancias cuadráticas de Mahalanobis D^2 (Tabla 5) por medio del método de unión de promedios no ponderados (UPGMA), no mostró una clara clasificación por familias (Figura 16).

Tabla 4. Matriz de clasificación de las especies de julio 1997. *A. troschellii* (At97), *S. rectrifraenum* (Xc97), *X. californiensis* (Sr97), *A. davidsonii* (Ed97), *E. gracilis* (Eg97), *E. dowii* (Ad97). Columnas (clasificación observada), renglones (clasificación predecida por el análisis de función discriminante).

	% de	At97	Xc97	Sr97	Ed97	Eg97	Ad97
Especie	corrección	p=0.348	p=0.213	p=0.171	p=0.104	p=0.130	p=0.031
At97	75.86207	44	2	9	0	2	1
Xc97	65.51724	0	19	0	6	1	3
Sr97	58.82353	14	0	20	0	0	0
Ed97	96.22642	1	0	0	51	1	0
Eg97	68.00000	5	1	0	2	17	0
Ad97	91.80328	1	3	0	0	1	56
Total	79.61539	65	25	29	59	22	60

Tabla 5. Distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de las distancias entre centroides (promedio de las medias) de 6 variables morfométricas de especies de julio 1997.

Especie	At97	Xc97	Sr97	Ed97	Eg97	Ad97
At97	0.00000	10.40995	2.49614	20.43226	4.12990	11.58965
Xc97		0.00000	10.72277	8.18709	3.43544	5.08067
Sr97			0.00000	21.81632	5.64670	8.81319
Ed97				0.00000	10.39151	20.88374
Eg97					0.00000	10.53485
Ad97						0.00000

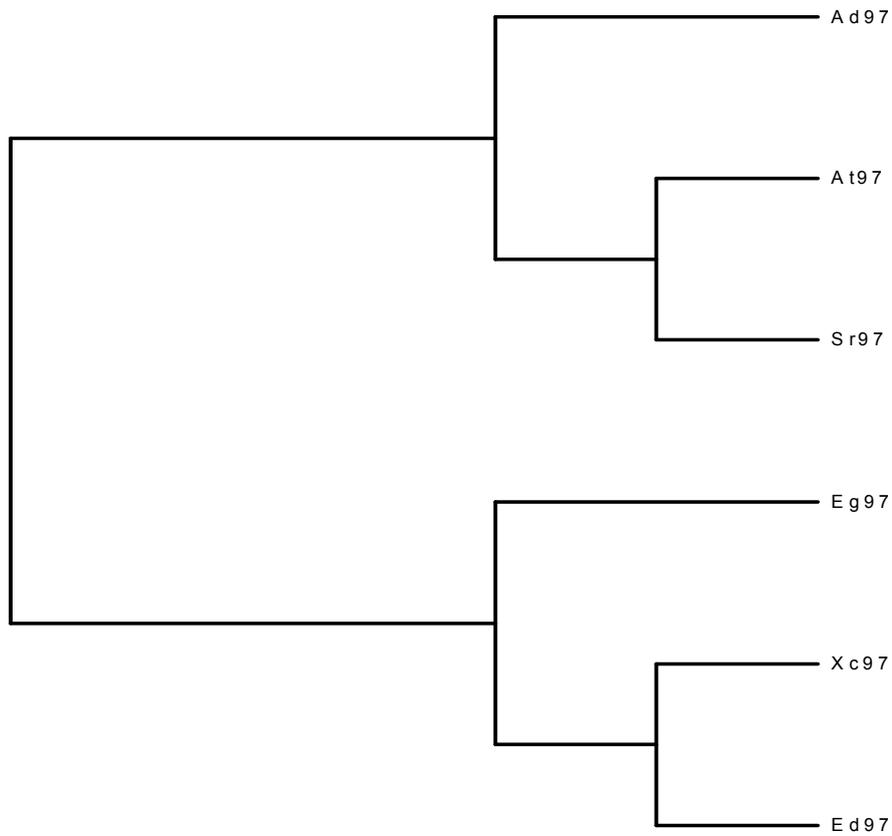


Figura 16. Clasificación de las especies de julio 1997 *A. troschelii* (At97), *S. rectifraenum* (Xc97), *X. californiensis* (Sr97), *A. davidsonii* (Ed97), *E. gracilis* (Eg97), *E. dowii* (Ad97), con base en las distancias de D^2 de Mahalanobis y las distancias euclidianas.

AGOSTO 1998

De acuerdo con el análisis discriminante, las variables morfológicas que contribuyeron en forma principal para clasificar a las especies de agosto 1998 fueron, Longitud cefaloanal (Lca), Altura del cuerpo (Ac) y Longitud mandíbula inferior (Lmi) (Tabla 6).

Tabla 6. Resumen del análisis de función discriminante de las 6 variables evaluadas de las especies de agosto 1998. Lambda de Wilks (λ)=0.179 aprox., F (30, 212)=12.992, $p < 0.0000$. En negritas los valores de p significativos.

Variables	Lambda de Wilks	Lambda parcial	F-remove (5.181)	p-level	Tolerancia	1-Tolerancia (R2)
Lp	0.202878	0.883530	4.77203	0.000403	0.107717	0.892283
Lc	0.182209	0.983755	0.59780	0.701678	0.074013	0.925987
Lca	0.417805	0.429024	48.17760	0.000000	0.053382	0.946618
Ac	0.255041	0.702822	15.30667	0.000000	0.101728	0.898272
Dojo	0.200102	0.895786	4.21144	0.001206	0.237669	0.762331
Lmi	0.210753	0.850515	6.36247	0.000018	0.253157	0.746843

Las dos principales variables canónicas (VC) que representaron el 93% de la variancia entre especies fueron VC1 con el 86.4% y el VC2 explico el 6.6% de la variación (Tabla 7).

Tabla 7. Coeficientes estandarizados derivados del análisis de función discriminante de las 6 variables evaluadas de las especies de agosto 1998. Se resaltan los caracteres con mayor contribución por variable canónica.

Variables	VC1	VC2
Lp	0.177862	0.000239
Lc	0.182194	0.003964
Lca	0.172479	0.085282
Ac	0.171973	0.072877
Dojo	0.146526	0.472143
Lmi	0.148965	0.365496
eigenvalor	5.186	0.399
% acumulado	5.186	5.586
	(86,4%)	(93,1%)

Mediante el estadístico (X^2) asociado al cálculo de las funciones discriminantes se determinaron los valores significativos de la correlación canónica indicando la alta proporción de la variancia compartida entre las especies y las variables morfométricas agosto 1998 (Tabla 8).

Tabla 8. Resumen del Análisis de Variancia Canónica de las 6 medidas morfométricas de las especies de Agosto 1998. Prueba de X^2 con remoción sucesiva de raíces: VC (Variable Canónica), R (Correlación canónica), λ (Lambda de Wilks), g.l. (grados de libertad), p-nivel (nivel de significancia).

CV	Eigenvalor	R	λ	X^2	g.l.	p-nivel
0	3.181712	0.872275	0.179248	318.0118	30	0.0000
1	0.212347	0.418514	0.749565	53.3285	20	0.0001

En la figura 17 se proyectan los resultados del análisis discriminante para las dos principales funciones de las especies de agosto 1998. En la VC1, el hemúlido (*Xc98*) *X. californiensis* es la única especie que se segrega de las demás especies; mientras que en la VC2, no se observa discriminación alguna de las especies.

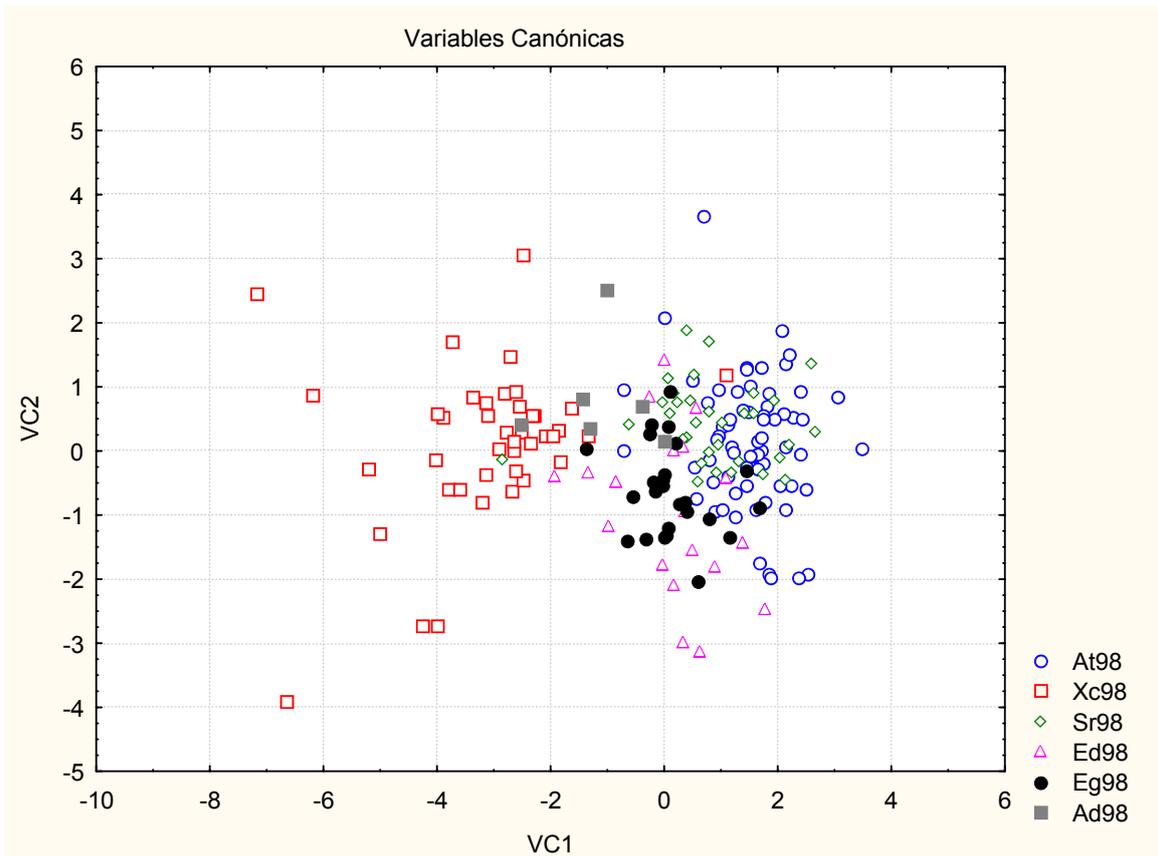


Figura 17. Proyección en el plano de las funciones canónicas de las especies de agosto 1998. *A. troschelii* (At98), *S. rectorfraenum* (Xc98), *X. californiensis* (Sr98), *A. davidsonii* (Ed98), *E. gracilis* (Eg98), *E. dowii* (Ad98). La variable canónica (VC1) representó el 86.4% de la variancia; mientras que la variable canónica (VC2) representó el 6.6% de la variancia.

La clasificación de las especies varió ampliamente, solamente dos especies fueron clasificadas con más del 97% de confiabilidad (At98 y Xc98), las demás especies presentaron valores de clasificación \leq a 50% (Tabla 9). La clasificación de las especies a partir de las distancias cuadráticas de Mahalanobis D^2 (Tabla 10) por medio del método de unión de promedios no ponderados (UPGMA), mostró una clara clasificación por familias (Figura 29).

Tabla 9 Matriz de clasificación de las especies de agosto 1998. *A. troschelii* (At98), *S. rectrifraenum* (Xc98), *X. californiensis* (Sr98), *A. davidsonii* (Ed98), *E. gracilis* (Eg98), *E. dowii* (Ad98). Columnas (clasificación observada), renglones (clasificación predecida por el análisis de función discriminante).

	% de	At98	Xc98	Sr98	Ed98	Eg98	Ad98
Especie	corrección	p=0.348	p=0.213	p=0.171	p=0.104	p=0.130	p=0.031
At98	97.01492	65	0	1	0	1	0
Xc98	97.56097	1	40	0	0	0	0
Sr98	33.33333	21	1	11	0	0	0
Ed98	35.00000	6	1	4	7	2	0
Eg98	48.00000	7	1	3	2	12	0
Ad98	50.00000	0	2	1	0	0	3
Total	71.87500	100	45	20	9	15	3

Tabla 10. Distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de las distancias entre centroides (promedio de las medias) de 6 variables morfométricas de especies de agosto 1998.

Especie	At98	Xc98	Sr98	Ed98	Eg98	Ad98
At98	0.00000	22.44074	1.00089	3.29533	3.01440	8.185562
Xc98		0.00000	16.93139	11.97704	11.94820	5.311249
Sr98			0.00000	2.89338	1.76113	5.057189
Ed98				0.00000	0.44082	5.169446
Eg98					0.00000	4.401157
Ad98						0.000000

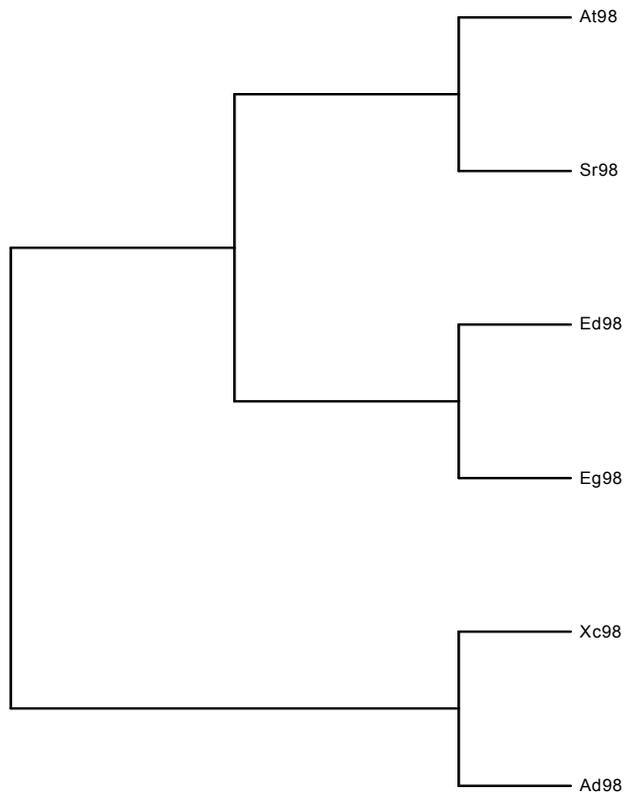


Figura 18. Clasificación de las especies de agosto1998. *A. troschellii* (At98), *S. rectrifraenum* (Xc98), *X. californiensis* (Sr98), *A. davidsonii* (Ed98), *E. gracilis* (Eg98), *E. dowii* (Ad98), con base en las distancias de D^2 de Mahalanobis y las distancias euclidianas.

Clasificación numérica

JULIO 1997

El dendrograma obtenido mediante el Índice de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible para la matriz de datos morfológicos de julio de 1997, mostró cuatro grupos de larvas de peces a aún nivel de corte de 0.82 (Fig. 19). Estos grupos muestran afinidad por talla y especie.

El grupo UNO, estuvo conformado por 27 larvas de las tres familias, con ligero predominio de *A. troschelli* y tallas entre 1.0 y 1.7 mm LP; todas incluidas en la etapa de preflexión. El grupo DOS, conformado por 52 larvas principalmente de *A. troschelli* y *X. californiensis*, con tallas entre 1.7 y 2.3 mm; todas incluidas en etapa de preflexión. El grupo TRES 149 larvas dominado por *S. rectifraenum* y *A. davidsonii*, en el cual se pueden distinguir claramente dos por dos subgrupos, el primero **Subgrupo A** que incluye 77 larvas con tallas entre 2.1 y 2.7 mm LP; en etapa de preflexión-flexión ambas especies y el segundo **Subgrupo B** formado de 72 larvas con tallas entre 2.5 y 4.0 mm LP; con larvas de *A. davidsonii* en etapa de preflexión-flexión y *S. rectifraenum* en postflexión. El grupo CUATRO, conformado por 35 larvas, en su mayoría de *A. troschellii* con tallas entre 3.5 y 5.6 mm LP, larvas en su mayoría en etapa postflexión.

AGOSTO 1998

El dendrograma obtenido mediante el Índice de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible para la matriz de datos morfológicos de agosto de 1998, mostró igual que para julio de 1997, agrupaciones de larvas de peces definidos por talla y especie a aún nivel de corte de 0.67 (Fig. 20). Si embargo en este año se definieron cinco grupos.

El grupo UNO, estuvo conformado por 32 larvas de las tres familias, con predominio de *S. rectifraenum* y tallas entre 1.5 y 1.9 mm LP; todas incluidas en la etapa de preflexión. El grupo DOS, conformado por 22 larvas principalmente de *X. californiensis*, con tallas entre 1.7 y 2.2 mm; todas incluidas en etapa de preflexión. El grupo TRES, formado de 74 larvas con dominio de *A. troschellii* y *S. rectifraenum* con tallas entre 2.0 y 2.5 mm LP; larvas en etapa de preflexión-flexión. El grupo CUATRO, formado de 44 larvas dominado por larvas de la familia Gerridae con tallas entre 2.3 y 3.2 mm LP; tallas en etapa de preflexión-flexión. El grupo CINCO, conformado por 20 larvas, en su mayoría de *X. californiensis* con tallas entre 3.3 y 5.5 mm LP, larvas en su mayoría en etapa postflexión. En este año las larvas de *A. davidsonii* fueron escasas por lo que no se observaron claramente en ningún grupo.

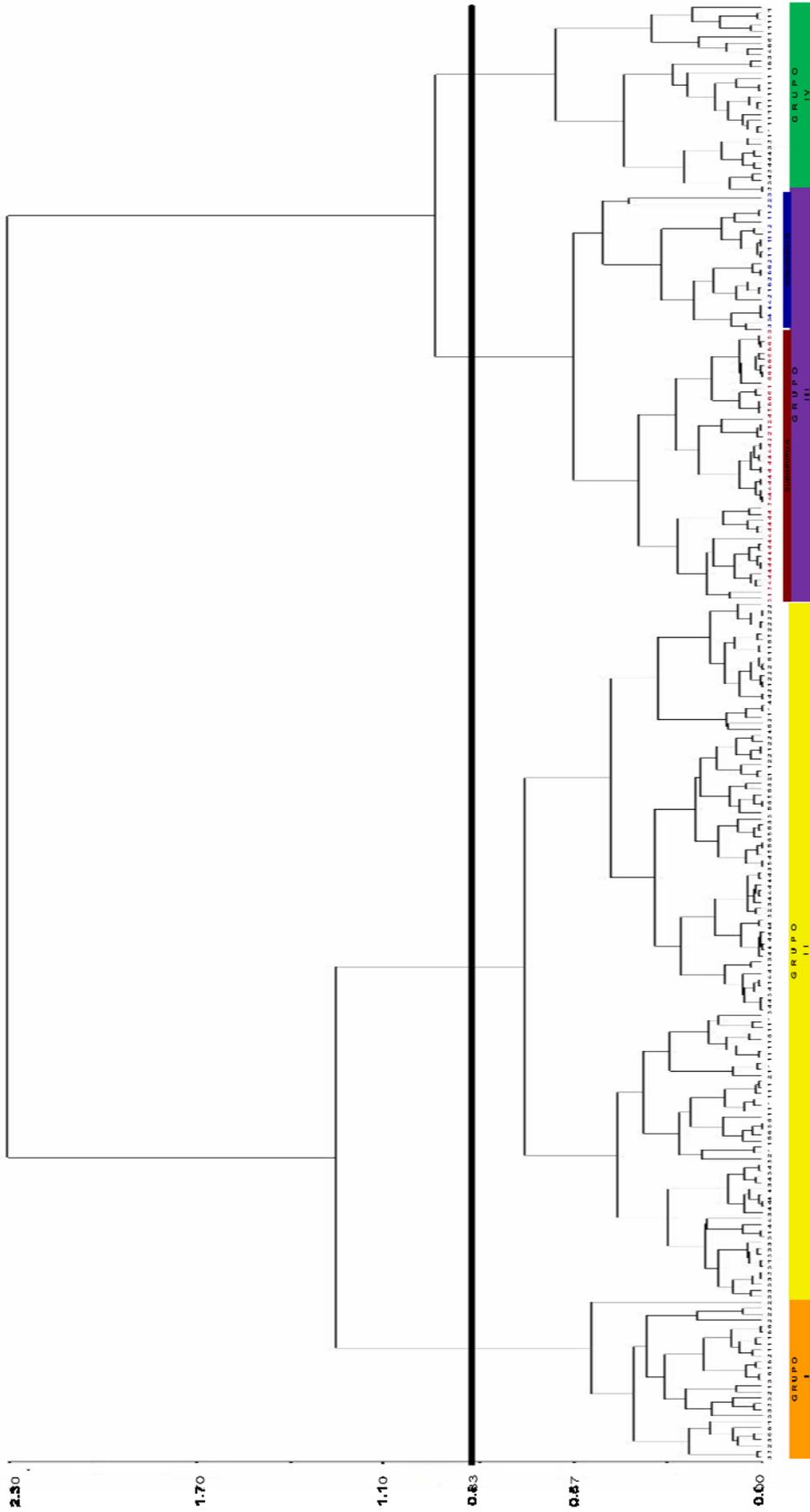


Figura 19. Dendrograma obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible sobre la matriz de datos morfológicos de larvas de las especies seleccionadas en Bahía de La Paz durante julio 1997. 1 A, *A. troscheilii*; 2, *S. rectifraenum*; 3, *X. californiensis*; 4, *A. davidsonii*; 5, *E. gracilis* y 6, *E. dowii*

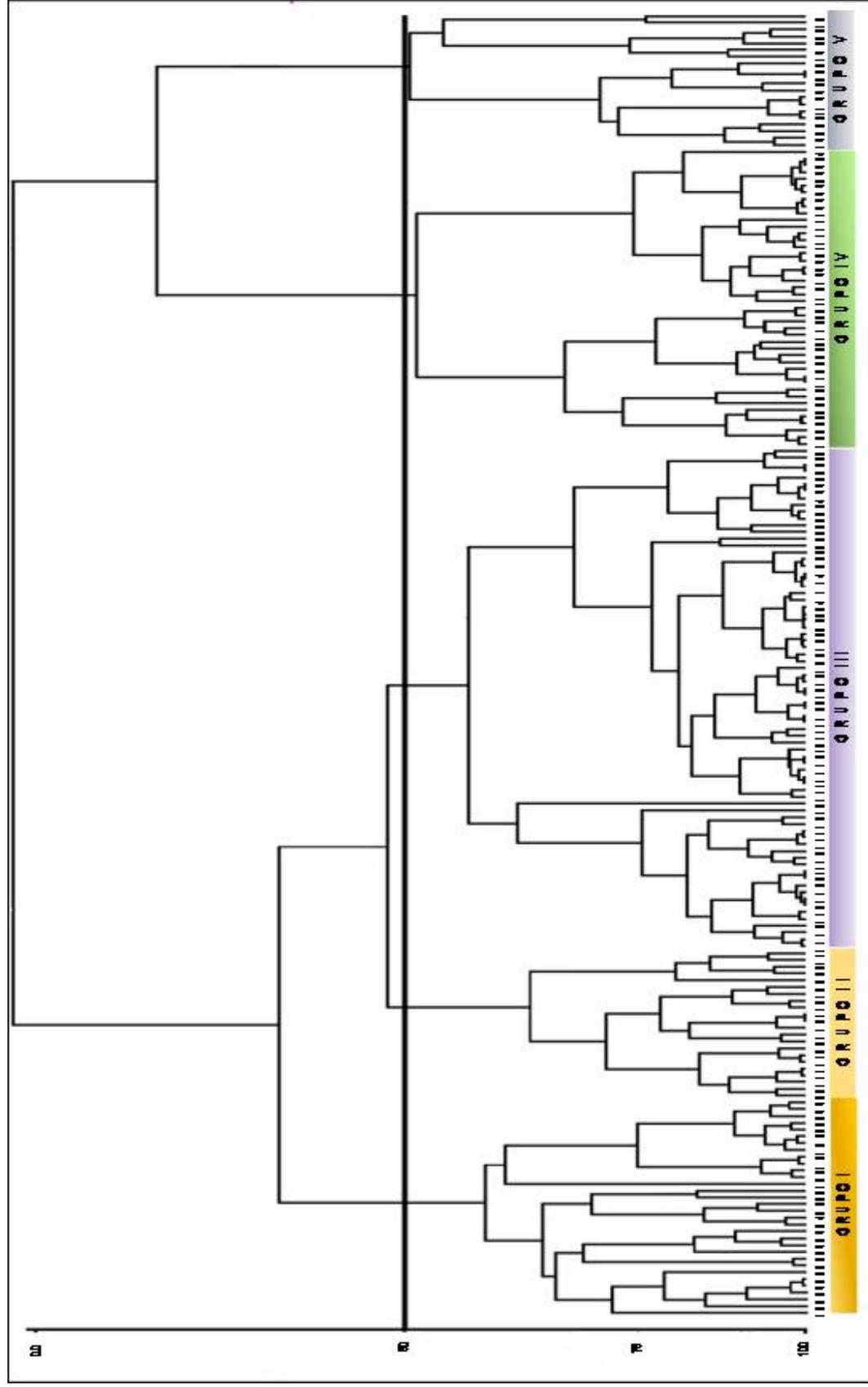


Figura 20. Dendrograma obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible sobre la matriz de datos morfológicos de larvas de las especies seleccionadas en Bahía de La Paz durante agosto 1998. 1, *A. troscheili*; 2, *S. rectifraenum*; 3, *X. californiensis*; 4, *A. davidsonii*; 5, *E. gracilis* y 6, *E. dowii*

ASPECTOS ALIMENTARIOS

En julio de 1997 se disecaron 358 larvas; 105 de *A. troschellii*, 46 de *S. rectifraenum*, 65 de *X. californiensis* 89 de *A. davidsonii*, 26 larvas de *E. gracilis* y 27 de *E. dowii*. Mientras que en agosto de 1998 se disecaron 287 larvas; 81 de *A. troschellii*, 50 larvas de *S. rectifraenum*, 46 larvas de *X. californiensis*, siete de *A. davidsonii*, 44 larvas de *E. gracilis* y 58 larvas de *E. dowii*.

Incidencia alimentaria

En julio de 1997 las larvas de *E. gracilis* presentaron la mayor incidencia alimentaria con el 81%, en segundo término las larvas de *A. troschellii* con el 73%, seguidas de las larvas de *E. dowii* y *X. californiensis* con el 68 y 66%, respectivamente; y por último *A. davidsonii* y *S. rectifraenum* con valores < de 60 % (Tabla 11).

Para agosto de 1998 la incidencia alimentaria fue mayor en todas las especies predominando las larvas de la familia Gerreidae *E. dowii* y *E. gracilis* con 100% de incidencia alimentaria, en segundo término las larvas de *A. troschellii* y *S. rectifraenum* con 99 y 90% de incidencia y por último con 83% las larvas de *X. californiensis* y *A. davidsonii* (Tabla 11).

Tabla 11. Porcentaje de incidencia alimentaria de las larvas de las seis especies analizadas en Bahía de La Paz durante julio de 1997 y agosto de 1998.

Familia.	Especie	Incidencia alimentaria %	
		1997	1998
Pomacentridae	<i>Abudefduf troschellii</i>	73	99
Pomacentridae	<i>Stegastes rectifraenum</i>	48	90
Haemulidae	<i>Anisotremus davidsonii</i>	55	83
Haemulidae	<i>Xenistius californiensis</i>	66	83
Gerreidae	<i>Eucinostomus dowii</i>	68	100
Gerridae	<i>Eucinostomus gracilis</i>	81	100

Composición de la dieta

En general la dieta de las seis especies durante los dos periodos analizados se conformo de presas pequeñas, principalmente nauplios de copépodos clasificados en tipos, huevos de crustáceos; y en larvas de mayor talla, se encontraron copépodos adultos de especies de talla pequeña siendo las especies más frecuentes *Farranula gibbula*, *Oncaea media*, *Oithona* spp., entre otras.

JULIO 1997

Familia Pomacentridae

La dieta de las larvas de *A. troschellii* en etapa de preflexión-flexión se conformó de ocho categorías alimentarias, incidiendo principalmente sobre nauplios de copépodos. Las presas más importantes fueron los nauplios tipo 2 (Nt2) y nauplios de copépodos tipo 10 (Nt10) con valor de IIR >1000 y en segundo término los nauplios tipo 1 (Nt1) con valor de IIR de 604 (Tabla 12).

Durante la etapa de postflexión la dieta de las larvas de *A. troschellii* se conformó de 17 categorías alimentarias. En esta etapa se observa una diversificación de la dieta incluyendo además de los nauplios de copépodos a copépodos adultos. Entre las presas más importantes definidas por el índice de Laroche se encuentran los nauplios Nt2, Nt10, Nt1 y adultos de los copépodos *Farranula gibbula* (IIR > 300). En esta etapa resalta la presencia de copépodos adultos de talla pequeña como son *F. gibbula*, *Paracalanus* sp., *Corycaeus affinis*, *Oncaea media* y copépodos mayores como es el caso de *Acartia tonsa* y copépodos calanoideos (Tabla 12).

La composición de la dieta de esta especie en transformación se conformó de siete categorías alimentarias incidiendo sobre copépodos adultos exclusivamente; las presas más importantes de acuerdo con el IIR fueron los copépodos *O. media* con valor de IIR > 5000, seguido de *F. gibbula* (IIR= 2481) (Tabla 12).

Tabla 12. Composición de la dieta de *Abudedefduf troschelii* en etapa preflexión-flexión, postflexión y transformación. (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas. n = número de larvas analizadas.

Categoría alimentaria	clave	Preflexión-flexión n = 52				Postflexión n = 10				Transformación n = 12			
		%F	%N	F x N	F x N	%F	%N	F x N	F x N	%F	%N	F x N	F x N
<i>Acartia clausi</i>	Acl.					5.6	0.7			3.7			
<i>A. tonsa</i>	Ato.					22.0	7.0			161.0			
<i>Acartia</i> spp.	Aspp.					5.6	0.7			3.7			233.0
Calonoido	Cal.		0.6			11.0	5.3			58.0			310.0
<i>Centropages furcatus</i>	Cfu.					5.6	0.7			3.7			
<i>Corycaeus affinis</i>	Caff.					5.6	11.9			66.0			
<i>C. robustus</i>	Crb.											50.0	2.2
<i>C. speciosus</i>	Csp.	1.7	0.6	1.0		5.6	1.3			7.3			
<i>Farranula gibbula</i>	Fgib.					28.0	12.8			347.0			2481.0
Huevo	Hu	1.7	0.6	1.0									
Indeterminado	Ind.	1.7	1.8	3.0		17.0	3.9			66.0			
Nauplio tipo 1	Nt1	28.0	20.8	604.0		33.0	11.6			395.0			
Nauplio tipo 10	Nt10	40.0	34.8	1396.0		44.0	11.6			497.0			
Nauplio tipo 2	Nt2	45.0	36.6	1651.0		39.0	12.8			512.0			
Nauplio tipo 3	Nt3	8.0	3.6	30.0		5.6	0.7			3.7			
Nauplio tipo 4	Nt4	1.7	0.6	1.0									
<i>Oithona</i> spp.	Ospp.					5.6	0.7			3.7			78.0
<i>Oncaea media</i>	Ome.					11.0	2.6			29.0			5659.0
<i>P. aculeatus</i>	Pac.					5.6	2.0			11.0			
<i>Paracalanus</i> spp.	Pspp.					17.0	13.8			230.0			465.0
Σ			100.0				100.0						100.0

La composición de la dieta de *S. rectifraenum* en etapa de preflexión fue conformada por 12 categorías alimentarias predominando los nauplios de copépodos. La presa más importante fue Nt2 con valor de IIR de 4002.0 (Tabla 13). No se encontraron larvas en etapa de postflexión ni ejemplares en transformación.

Tabla 13 Composición de la dieta de *Stegastes rectifraenum* en etapa preflexión-flexión. (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

Preflexión-flexión				
n = 53				
Categoría alimentaria	clave	% F	% N	F x
Bivalvo	Bi.	2.1	1.7	3
Calonoideo	Cal.	2.1	0.7	1
Huevo	Hu.	17.0	6.0	102
Indeterminado	Ind.	8.3	1.6	13
Nauplio tipo 1	Nt1	31.0	13.0	403
Nauplio tipo 2	Nt2	69.0	58.0	4002
Nauplio tipo 3	Nt3	4.2	0.9	3
Nauplio tipo 5	Nt5	10.0	2.0	20
Nauplio tipo 10	Nt10	4.2	1.6	6
<i>Oithona</i> spp.	Ospp.	2.1	0.5	1
Pteropodo tipo 1	Ptd1	8.3	2.0	16
Tintinido tipo 1	Tnt1	25.0	12.0	300
Σ			100.0	

Familia Haemulidae

La composición de la dieta de las larvas de *X. californiensis* en etapa de preflexión-flexión estuvo conformada por siete categorías alimentarias sobresaliendo los nauplios de copépodos. De acuerdo con el IIR fueron tres las presas más importantes Nt10, Nt1 y Nt2 con valores > 500 (Tabla 14).

La dieta de las larvas de *X. californiensis* en etapa de postflexión se conformó por 4 categorías alimentarias, predominando los nauplios de copépodos. Las presas más importantes de acuerdo con el IIR fueron los Nt10 con valor de IIR de 3149, seguido de los Nt1 y Nt2 con valor de IIR > 1000 (Tabla 14).

Tabla 14. Composición de la dieta de *Xenistius californiensis* en etapa preflexión-flexión. (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

Categoría alimentaria	clave	Preflexión-flexión			Postflexión		
		n = 59			n = 2		
		% F	% N	F x N	% F	% N	F x N
Huevo	Hu.	7.7	7.9	60.8	8.3	2.9	24.1
Calanoideo	Cal.	1.9	1.1	2.1			
Indeterminado	Ind.	3.8	2.3	8.7			
Nauplio tipo 1	Nt1	25.0	30.8	770.0	50.0	24.0	1202.0
Nauplio tipo 2	Nt2	27.0	22.8	615.6	42.0	26.0	1093.7
Nauplio tipo 3	Nt3	3.8	3.3	12.5			
Nauplio tipo 10	Nt10	27.0	31.8	858.6	67.0	47.0	3149.0
	Σ		100.0			100.0	

La dieta de las larvas de *A. davidsonii* en etapa de preflexión-flexión estuvo conformada por seis categorías alimentarias sobresaliendo los nauplios de copépodos. Las presas más importantes de acuerdo con el IIR fueron los Nt2 con valor de IIR > 2000 (Tabla 15). No se encontró alimento en larvas en etapa de postflexión, ni ejemplares en transformación.

Tabla 15. Composición de la dieta de *Anisotremus davidsonii* en etapa preflexión-flexión. (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia de la presa en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

		Preflexión-flexión		
		n = 86		
Categoría alimentaria	clave	% F	% N	F x N
Huevo	Hu.	12.0	12.2	146.4
Indeterminado	Ind.	8.0	4.4	35.2
Nauplio tipo 1	Nt1	20.0	18.0	360.0
Nauplio tipo 2	Nt2	44.0	47.0	2068.0
Nauplio tipo 10	Nt10	16.0	16.0	256.0
Tintinado tipo 1	Tntt1	4.0	2.4	9.6
Σ		100.0		

Familia Gerreidae

La dieta de las larvas de *E. gracilis* en etapa de preflexión-flexión se conformó por nueve categorías alimentarias predominando los nauplios de copépodos. De acuerdo con el IIR las presas más importantes fueron los Nt2 con valor de IIR de 4071 (Tabla 16). No se encontraron en larvas con alimento en etapa de postflexión, ni ejemplares en transformación.

La dieta de las larvas de *E. dowii* en etapa de preflexión-flexión estuvo conformada por 13 categorías alimentarias predominando los nauplios de copépodos. De acuerdo con el IIR las presas más importantes fueron los Nt2 con valor de IIR 3960, seguido por adultos del copépodo *Oithona* spp. con valor de IIR ≥ 812 (Tabla 17).

Tabla 16 Composición de la dieta de *Eucinostomus gracilis* en etapa preflexión-flexión. (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

		Preflexión-flexión		
		n = 26		
Categoría alimentaria	clave	% F	% N	F x N
Bivalvo	Bi	3.8	1.2	4.6
Huevo	Hu	3.8	3.7	14.1
Nauplio tipo 1	Nt1	38.0	19.0	722.0
Nauplio tipo 2	Nt2	69.0	59.0	4071.0
Nauplio tipo 3	Nt3	3.8	2.5	9.5
Nauplio tipo 5	Nt5	3.8	1.2	4.6
Nauplio tipo 10	Nt10	27.0	11.0	297.0
Nauplio euterpina	Neut	3.8	1.2	4.6
<i>Oithona</i> spp.	Ospp.	3.8	1.2	4.6
Σ			100	

La dieta en larvas de *E. dowii* en etapa de postflexión estuvo conformada de 17 categorías alimentarias, sobresaliendo los copépodos *Oithona* spp. con valor de IIR > 3010, seguido por Nt2 con una importancia de 1950 (Tabla 17).

AGOSTO DE 1998

Familia Pomacentridae

La dieta de las larvas de *A. troschelii* en etapa de preflexión-flexión comprendió 24 categorías alimentarias, sobresaliendo los nauplios de copépodos. Las presas más importantes definidas por el IIR fueron los Nt2 con valor de IIR > 4000 (Tabla 18).

Tabla 17. Composición de la dieta de *Eucinosotomus dowii* en etapa preflexión-flexión y postflexión. (Julio 1997), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

Categoría alimentaria	clave	Preflexión-flexión			Postflexión		
		% F	%N	F x N	% F	%N	F x N
<i>Acartia tonsa</i>	Ato.				2.7	0.3	0.8
Bivalvo	Bi.	4.2	0.5	2.1			
Calanoideo	Cal.				19.0	2.3	43.1
<i>Corycaeus</i> spp.	Cspp.	4.2	0.5	2.1	11.0	1.2	12.9
Decápodo	Dec.				2.7	0.3	0.8
<i>Euterpina</i> spp.	Eut.				2.7	0.3	0.8
Huevo	Hu.	4.2	1.0	4.2	22.0	2.3	50.4
Huevo de pez	Hpez				2.7	0.3	0.8
Indeterminado	Ind.	13.0	1.5	19.5	13.7	1.8	24.4
Nauplio tipo 1	Nt1	58.0	12.0	696.0	49.0	10.0	490.0
Nauplio tipo 2	Nt2	88.0	45.0	3960.0	65.0	30.0	1950.0
Nauplio tipo 3	Nt3	46.0	10.0	460.0	19.0	5.0	95.0
Nauplio tipo 5	Nt5	4.2	1.9	7.9			
Nauplio tipo 10	Nt10	21.0	4.3	89.7	32.0	6.4	203.8
Nauplio <i>Euterpina</i>	Neut.	17.0	2.4	40.3	5.4	0.9	4.9
Nauplio <i>microsetella</i>	Nmic.	25.0	6.0	150.0	22.0	3.2	70.4
<i>Oithona</i> spp.	Ospp.	58.0	14.0	812.0	86.0	35.0	3010.0
<i>Oncaea media</i>	Ome.				2.7	0.3	0.8
Pterópodo tipo 1	Ptdo1				2.7	0.6	1.6
Tintinido tipo 1	Tnt1	4.2	1.0	4.2			
	Σ		100			100	

La dieta de las larvas de *A. troschellii* en etapa de postflexión comprendió 11 categorías alimentarias, sobresaliendo los nauplios de copépodos y copépodos adultos. Las presas más importantes definidas por el IIR fueron los Nt2 y copépodos calanoideos con valor de IIR >1000 (Tabla 18). No se encontraron en ejemplares de esta especie en transformación.

La dieta de las larvas de *Stegastes rectifrenum* se conformó por seis categorías alimentarias, predominando los nauplios de copépodos. De acuerdo con el IIR las presas más importantes fueron los Nt10 con valor de IIR > 1700 (Tabla 19). No se encontró alimento en las larvas de esta especie en etapa de postflexión, ni ejemplares en transformación.

Familia Haemulidae

La dieta de las larvas de *X. californiensis* en etapa de preflexión-flexión comprendió siete categorías alimentarias, sobresaliendo los nauplios de copépodos. Las presas más importantes definidas por el IIR fueron los Nt2, con valor de IIR > 3000 (Tabla 20).

La dieta de las larvas de *X. californiensis* en etapa de postflexión comprendió 14 categorías alimentarias, sobresaliendo los nauplios de copépodos. Las presas más importantes definidas por el IIR fueron los Nt2 con valor de IIR > 3000 (Tabla 20). No se encontraron ejemplares de esta especie en transformación.

La dieta de las larvas de *A. davidsonii* en etapa de preflexión-flexión comprendió seis categorías alimentarias, sobresaliendo los nauplios de copépodos. De acuerdo con el IIR las presas más importantes fueron los Nt2 con valores de IIR > 3900 y en segundo término los tintinidos tipo 1 (Tnt1) con valor de IIR >1100 (Tabla 21). No se encontró alimento en las larvas en etapa de postflexión, ni ejemplares en transformación.

Tabla 18. Composición de la dieta de *Abudedefduf troschelii* en etapa preflexión-flexión y postflexión. (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

Categoría alimentaria	clave	Preflexión-flexión			Postflexión		
		% F	% N	F x N	% F	% N	F x N
		n = 75			n = 6		
Briozoario	Bri.	1.3	0.2	0.3			
Bivalvo	Bi.	3.8	1.4	5.3			
Calonoiideo	Cal.	6.4	1.4	9.0	67.0	16.0	1070.7
Cladóceros	Clad.	1.3	0.2	0.3			
<i>Corycaeus</i> spp.	Csp.	1.3	0.2	0.3			
<i>Corycaeus affinis</i>	Caff.				33.0	4.5	147.2
<i>Corycaeus speciosus</i>	Cspe.				33.0	9.1	299.6
Decápodo	Dec.	1.3	0.2	0.3			
Dinoflagelados	Din.	1.3	0.2	0.3			
<i>Farranula gibbula</i>	Fgib.				33.0	2.3	74.6
Huevo	Hu.	2.6	0.6	1.6	6.7	6.8	45.4
Indeterminado	Ind.	9.0	2.0	18.0			
Nauplio tipo 1	Nt1	42.0	14.0	588.0	67.0	6.8	454.3
Nauplio tipo 2	Nt2	83.0	52.4	4347.5	100.0	16.0	1600.0
Nauplio tipo 3	Nt3	12.0	2.4	28.8			
Nauplio tipo 4	Nt4	9.0	6.9	62.1	67.0	6.8	454.3
Nauplio tipo 5	Nt5	2.6	0.4	1.0			
Nauplio tipo 6	Nt6	29.0	6.8	197.2			
Nauplio tipo 7	Nt7	1.3	0.4	0.5			
<i>Oncaea media</i>	Ome.				33.0	4.5	147.2
Ostrácodo	Ost.	1.3	0.2	0.3	33.0	23.0	759.0
Pteropodo tipo 1	Ptd1	1.3	0.2	0.3			
Pteropodo tipo 2	Ptd2	12.0	3.0	36.0	33.0	4.5	147.2
<i>Saphirella</i> spp.	Saph.	1.3	0.2	0.3			
Tintínido tipo 1	Tnt1	17.0	4.1	70.0			
Tintínido tipo 2	Tnt2	2.6	1.2	3.1			
Tintínido tipo 3	Tnt3	6.4	1.2	7.7			
Tintínido tipo 4	Tnt4	1.3	0.2	0.3			
Σ		100.0	100.0			100.0	

Tabla 19. Composición de la dieta de *Stegastes rectifraenum* en etapa preflexión-flexión (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

		Preflexión-flexión		
		n = 50		
Categoría alimentaria	clave	% F	% N	F x N
Calonoideo	Cal.	2.6	3.1	8.1
Huevo	Hu.	2.6	9.4	24.4
Indeterminado	Ind.	5.2	6.1	31.7
Nauplio tipo 1	Nt1	13.0	16.0	208.0
Nauplio tipo 2	Nt2	5.6	9.4	52.6
Nauplio tipo 10	Nt10	32.0	56.0	1792.0
	Σ		100.0	

Tabla 20. Composición de la dieta de *Xenistius californiensis* en etapa preflexión-flexión y postflexión (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

		Preflexión-flexión			Postflexión		
		n = 43			n = 3		
Categoría alimentaria	clave	% F	% N	F x N	% F	% N	F x N
Bivalvo	Bi.	7.3	2.9	21.2			
Calonoideo	Cal.	10.0	3.9	39.0	20.0	3.7	74.0
Cladóceros	Clad.				20.0	3.7	74.0
Huevo	Hu.	10.0	3.9	39.0	20.0	11.0	220.0
Indeterminado	Ind.	4.8	2.0	9.6			
Nauplio tipo 1	Nt1	22.0	12.0	264.0	60.0	15.0	900.0
Nauplio tipo 2	Nt2	63.0	54.0	3402.0	60.0	52.0	3120.0
Nauplio tipo 3	Nt3	2.4	1.0	2.4	20.0	7.4	148.2
Nauplio tipo 5	Nt5	4.9	1.9	9.3			
Nauplio tipo 9	Nt9	4.9	1.9	9.3	20.0	3.7	74.0
<i>Oncaea media</i>	Ome.				20.0	3.7	74.0
Pteropodo	Ptdo.	4.9	1.9	9.3			
Tintínido tipo 1	Tnt1	4.9	1.9	9.3			
Tintínido tipo 2	Tnt2	10.0	3.9	39.0			
Tintínido tipo 3	Tnt3	12.0	7.8	93.6			
Tintínido tipo 4	Tnt4	2.4	1.0	2.4			
	Σ		100.0			100.2	

Tabla 21. Composición de la dieta de *Anisotremus davidsonii* en etapa preflexión-flexión (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

Preflexión-flexión				
n = 7				
Categoría alimentaria	clave	% F	% N	F x N
Huevo	Hu.	17.0	2.8	47.6
Nauplio tipo 1	Nt1	17.0	8.8	149.6
Nauplio tipo 2	Nt2	67.0	58.8	3939.6
Nauplio tipo 5	Nt5	17.0	2.9	49.3
Pteropodo tipo 1	Ptd1	17.0	2.8	47.6
Tintinido tipo 1	Tntt1	50.0	23.9	1195.0
Σ			100.0	

Familia Gerreidae

La dieta de las larvas de *E. gracilis* en etapa de preflexión-flexión estuvo conformada por 12 categorías alimentarias, sobresaliendo los nauplios de copépodos. Las presas más importantes definidas por el IIR fueron los Nt2 con valor de IIR > 4806 (Tabla 22).

La dieta de las larvas de *E. gracilis* en etapa de postflexión estuvo conformada por 11 categorías alimentarias, sobresaliendo los nauplios y adultos de copépodos. Las presas más importantes definidas por el IIR fueron los Nt2 con valor de IIR > 4000, en segundo término encontraron los Nt1 y copépodo *Oithona* spp. con valor de IIR > 1440 (Tabla 22).

Tabla 22. Composición de la dieta de *Eucinostomus gracilis* en etapa preflexión-flexión y postflexión (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

Categoría alimentaria	clave	Preflexión-flexión n = 41			Postflexión n = 3		
		% F	% N	F x N	% F	% N	F x N
Calonoideo	Cal.	3	0.76	2.3	40.0	2.9	114.4
Diátomeas	Dia.	2.8	0.4	1.0			0.0
Gasterópodo	Ga.			0.0	10.0	1.5	14.6
Huevo	Hu.	2.0	4.7	9.3	20.0	2.9	57.2
Indeterminado	Ind.	11.1	1.6	17.2	10.0	0.7	6.7
Nauplio tipo 1	Nt1	53.0	18.8	994.8	70.0	24.0	1680.0
Nauplio tipo 2	Nt2	89.0	54.0	4806.0	100.0	40.0	4000.0
Nauplio tipo 3	Nt3	2.8	0.4	1.0	20.0	2.2	43.4
Nauplio tipo 10	Nt10	25.0	5.5	136.5	20.0	2.9	57.4
Nauplio <i>euterpina</i>	Neut.	2.8	0.4	1.0	10.0	1.5	14.5
Nauplio <i>microsetella</i>	Nmic.	17.0	5.9	99.8	30.0	3.7	110.1
<i>Oithona</i> spp.	Ospp.	25.0	5.5	136.5	80.0	18.0	1440.0
Tintínidos tipo 1	Tnt1	11.1	2.4	26.2			
	Σ		100.0			100.0	

La dieta de las larvas de *E. dowii* en etapa de preflexión-flexión estuvo conformada por 5 categorías alimentarias, encontrándose principalmente copépodos adultos. Las presas más importantes definidas por el IIR fueron los copépodos *Oithona* spp. con valor de IIR > 6464 (Tabla 23).

La dieta de las larvas de *E. dowii* en etapa de postflexión estuvo conformada por 17 categorías alimentarias sobresaliendo adultos y nauplios de copépodos, la presas más importantes de acuerdo con el IIR fueron los copépodos del género *Oithona* spp. con valor de IIR > 3009 y en segundo término se encontraron los Nt2 con valor de IIR > 1934 (Tabla 23). No se encontraron ejemplares en transformación de esta especie.

Tabla 23. Composición de la dieta de *Eucinostomus dowii* en etapa preflexión-flexión y postflexión (Agosto 1998), expresada como Índice de importancia relativa. %F frecuencia de ocurrencia en los estómagos de las larvas; %N porcentaje del número total de presas en la dieta y n = número de larvas analizadas.

Categoría alimentaria	clave	Preflexión-flexión			Postflexión		
		n = 21			n = 37		
		% F	% N	F x N	% F	% N	F x N
<i>Acartia tonsa</i>	Ato.	14.0	1.8	25.6	2.7	0.3	0.8
Calonoideo	Cal.	29.0	5.5	160.7	18.9	2.3	44.3
<i>Corycaeus spp.</i>	Cspp.	14.0	1.8	25.3	10.8	1.2	12.6
Decápodo	Dec.				2.7	0.3	0.8
<i>Euterpina spp.</i>	Eut.				2.7	0.3	0.8
Huevo	Hu.				21.6	2.3	50.6
Huevo de pez	Hpez				2.7	0.3	0.8
Indeterminado	Ind.				13.5	1.8	23.7
Nauplio tipo 1	Nt1				48.6	10.2	497.9
Nauplio tipo 2	Nt2				64.9	29.8	1934.6
Nauplio tipo 3	Nt3				18.9	5.0	94.0
Nauplio tipo 10	Nt10	14.0	1.8	25.3	32.4	6.4	208.6
Nauplio <i>euterpina</i>	Neut.				5.4	0.9	4.7
Nauplio <i>microsetella</i>	Nmic.				21.6	3.2	69.5
<i>Oithona spp.</i>	Ospp.	71.5	89.0	6364.2	86.5	34.8	3009.3
<i>Oncaea media</i>	Ome.				2.7	0.3	0.8
Pteropodo tipo 1	Ptdo1				2.7	0.6	1.6
	Σ		100.0			100.0	

Grupos de especies con base en la dieta de las larvas de las especies seleccionadas

JULIO 1997

El dendrograma obtenido mediante el índice de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible aplicado a la matriz de datos de la dieta de las larvas de las seis especies en julio de 1997, con un nivel de corte de 2.5, definió tres grupos de larvas de peces: el GRUPO I, con mayor número de individuos (70) caracterizado por las larvas de

especies pertenecientes a la familia Haemulidae (48), Grupo II, con 24 individuos de las tres familias, sobresaliendo las larvas de la familia Gerreidae y por último el GRUPO III, con 46 individuos formado exclusivamente por larvas de la familia Pomacentridae, principalmente *A. troschellii* (Fig. 21).

AGOSTO 1998

Este mismo análisis aplicado a la matriz de la dieta de las larvas de agosto de 1998, con un nivel de corte de 1.7, definió del mismo modo que en julio 1997, tres grupos principales de larvas de peces. El GRUPO I, formado por 41 individuos, principalmente de larvas de las dos especies pertenecientes a la familia Pomacentridae; el GRUPO III, el más grande de los tres, con 46 individuos principalmente del gerreido *E. gracilis* (33 individuos) y en menor número de larvas de la familia pomacéntridos y haemúlidos; y el GRUPO IV, formado por 26 individuos de la familia gerreidae principalmente por las larvas de *E. dowii* (20 individuos). Observando la separación de un pequeño grupo formado por sólo cuatro individuos (3 Pomacentridos y un Haemulido) grupo II. Durante este año las larvas de Haemulidae estuvieron repartidas en los Grupos I y II (Fig. 22).

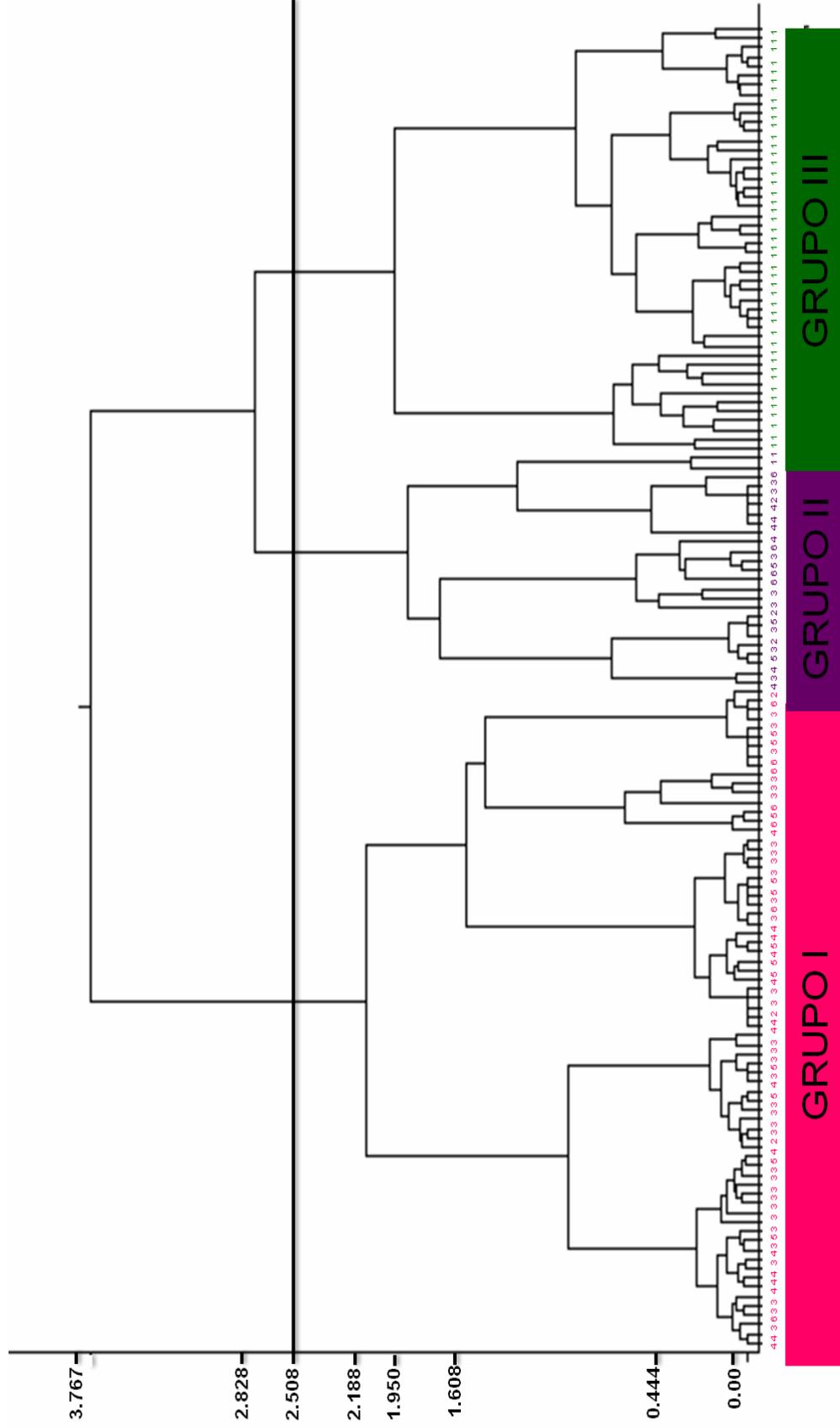


Figura 21. Dendrograma obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible sobre la matriz de datos de la dieta de larvas de las especies seleccionadas en Bahía de La Paz durante julio de 1997. 1, *A. troschellii*; 2, *S. rectifraenum*; 3, *X. californiensis*; 4, *A. davidsonii*; 5, *E. gracilis* y 6, *E. dowii*.

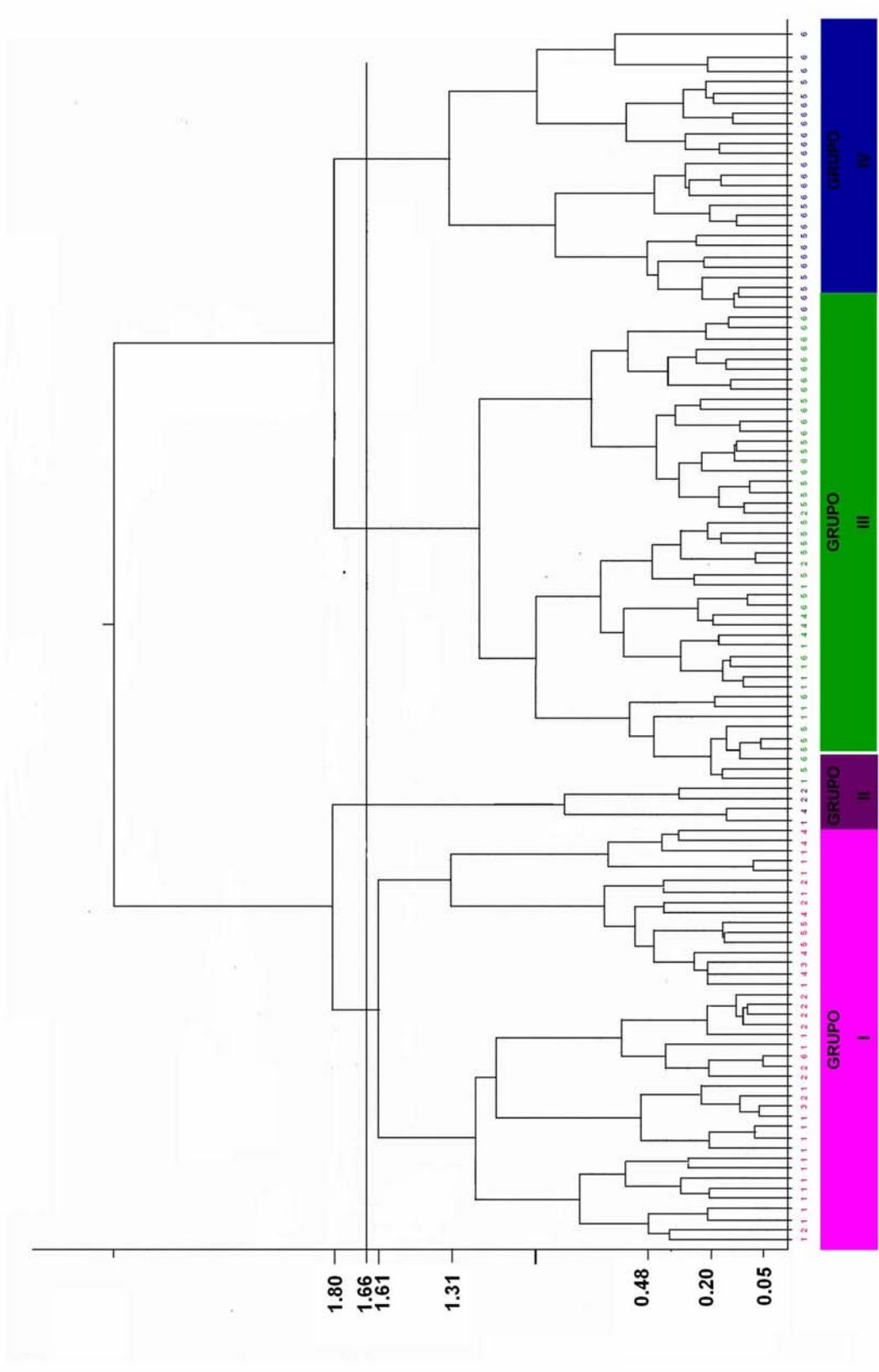


Figura 22. Dendrograma obtenido mediante el Índice de disimilitud de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible sobre la matriz de datos de la dieta de larvas de las especies seleccionadas en Bahía de La Paz durante agosto 1998. 1, *A. troschellii*; 2, *S. rectifraenum*; 3, *X. californiensis*; 4, *A. davidsonii*; 5, *E. gracilis* y 6, *E. dowii*.

Amplitud de la dieta

El análisis de amplitud de la dieta de las larvas de las seis especies estudiadas, obtenido mediante el índice de Levins mostró que en julio de 1997 las larvas en etapa preflexión-flexión de *S. rectifraenum* y *E. gracilis* con valores del índice menores de 0.33, y las larvas de *A. troschellii*, *A. davidsonii*, *X. californiensis* y *E. dowii* mostraron valores del índice medios (Tabla 24), mientras que las larvas más desarrolladas en etapa postflexión de *X. californiensis*, *A. troschellii*, y *E. dowii* mostraron valores del índice medios (0.62 a 0.35) indicando el incremento del espectro trófico conforme crecen. En agosto de 1998 se observó el mismo patrón las larvas en preflexión de las seis especies mostraron valores cercanos a cero (0.10 a 0.28), incrementando los valores del índice a medios (0.20 a 0.66) en larvas en postflexión (Tabla 24).

Tabla 24. Amplitud de la dieta de las larvas seleccionadas por etapa de desarrollo, de acuerdo con el Índice de Levins en Bahía de La Paz durante julio 1997 y agosto 1998.

		<i>Abudefduf troschellii</i>	<i>Stegastes rectifraenum</i>	<i>Anisotremus davidsonii</i>	<i>Xenistius californiensis</i>	<i>Eucinostomus gracilis</i>	<i>Eucinostomus dowii</i>	
PREFLEXIÓN-FLEXIÓN	JULIO 1997	No. Larvas	60	38	25	52	26	20
		No. Presas	8	7	6	7	9	6
		Indice	0.33	0.29	0.47	0.49	0.18	0.58
	AGOSTO 1998	No. Larvas	78	48	26	41	36	24
		No. Presas	25	13	6	15	12	14
		Indice	0.10	0.14	0.28	0.15	0.18	0.22
POSTFLEXIÓN	JULIO 1997	No. Larvas	18			12		4
		No. Presas	17			4		6
		Indice	0.54			0.62		0.35
	AGOSTO 1998	No. Larvas	3			5	10	37
		No. Presas	11			8	11	18
		Indice	0.66			0.31	0.26	0.20

Traslapamiento de la dieta

El análisis de traslapamiento de dieta realizado mediante el índice de Schoener entre las especies analizadas en julio de 1997 mostró que existe traslapamiento alto entre *X. californiensis* y *E. gracilis* (88%) y *S. rectifraenum* con los haemulidos *A. davidsonii* y *X. californiensis* (73% y 69% respectivamente); las cuales se caracterizan por poseer un espectro trófico reducido y las presas más importantes en las cuatro especies son los nauplios de copépodos tipo 2 y tipo 1 por el contrario las larvas de *A. troschellii* mostraron valores de traslapamiento bajo con las cinco especies analizadas < 28%, estas larvas se caracterizaron por poseer el espectro trófico más amplio de todas las especies e incluir en su dieta presas de mayor talla como es el caso de los copépodos adultos (*F. gibbula*, *O. media* y *Paracalanus* spp.), el resto de las comparaciones presentaron valores medios de traslapamiento (de 40% a 60%) (Tabla 25).

En cambio en las larvas analizadas en agosto de 1998, los valores del índice de traslapamiento fueron mayores de 50 en todos los casos (Tabla 24). El par de especies con el valor de traslapamiento mas alto fue el de los haemúlidos *X. californiensis* y *A. davidsonii* (84%), en ambas especies la presa principal fueron los nauplios de copépodo tipo 2 y se caracterizan por la presencia de tintinidos en la dieta. El resto de las comparaciones entre los pares de especies en este año fue de medio a alto (55% a 80%) en todos los casos (Tabla 24), coincidiendo en que las presas más importantes fueron los nauplios de copépodos tipo 1 y tipo 2 en las larvas de todas las especies.

Tabla 25 Traslapamiento de la dieta de larvas de las especies seleccionadas de acuerdo al índice de Schoener en Bahía de La Paz durante julio 1997 y agosto 1998 (expresado en porcentaje).

FAMILIA	PARES DE ESPECIES	JULIO 1997	AGOSTO 1998
POM - POM	<i>Abudefduf troschelii</i> - <i>Stegastes rectifraenum</i>	27	79
POM - HAE	<i>Abudefduf troschelii</i> - <i>Anisotremus davidsoni</i>	28	77
POM - HAE	<i>Abudefduf troschelii</i> - <i>Xenistius californiensis</i>	26	66
POM - GER	<i>Abudefduf troschelii</i> - <i>Eucinostomus gracilis</i>	27	73
POM - GER	<i>Abudefduf troschelii</i> - <i>Eucinostomus dowii</i>	28	61
POM - HAE	<i>Stegastes rectifraenum</i> - <i>Anisotremus davidsoni</i>	73	80
POM - HAE	<i>Stegastes rectifraenum</i> - <i>Xenistius californiensis</i>	69	69
POM - GER	<i>Stegastes rectifraenum</i> - <i>Eucinostomus gracilis</i>	60	70
POM - GER	<i>Stegastes rectifraenum</i> - <i>Eucinostomus dowii</i>	46	55
HAE - HAE	<i>Anisotremus davidsonii</i> - <i>Xenistius californiensis</i>	53	84
HAE - GER	<i>Anisotremus davidsonii</i> - <i>Eucinostomus gracilis</i>	43	72
HAE - GER	<i>Anisotremus davidsonii</i> - <i>Eucinostomus dowii</i>	40	55
HAE - GER	<i>Xenistius californiensis</i> - <i>Eucinostomus gracilis</i>	88	65
HAE - GER	<i>Xenistius californiensis</i> - <i>Eucinostomus dowii</i>	46	55
GER - GER	<i>Eucinostomus gracilis</i> - <i>Eucinostomus dowii</i>	44	72
0 A < 33 = BAJO		> 33 A < 66 = MEDIO	> 66 A 100 = ALTO

DISCUSION

Distribución espacial, aspectos alimentarios y su relación con el ambiente.

Los resultados de este trabajo mostraron que existe una fuerte relación entre la distribución espacial y hábitos alimentarios de las larvas de las familias Pomacentridae, Haemulidae y Gerreidae y el ambiente de la bahía. Los adultos de estas familias son especies de hábitos costeros demersales como lo señala De la Cruz *et al.* (1994) y las seis especies desovan aproximadamente de junio a septiembre (Moser, 1996); sin embargo los gerreidos presentan su máximo desove en agosto (Jiménez-Rosenberg, 1998), lo cual se reflejó en este estudio por la mayor abundancia y amplia distribución de larvas de esta familia en agosto 1998. La mayor concentración de larvas en etapa de preflexión-flexión y postflexión de las tres familias se encontró en la zona costera de la Bahía de La Paz, principalmente asociadas a la zona cercana a la Ensenada de la Paz donde las profundidades son menores a los 10 m como lo mencionan Obeso-Nieblas *et al.* (2004) y coincidiendo con la mayor abundancia de copépodos (Palomares-García, 1996).

Este mismo patrón de distribución fue registrado por Sánchez-Velasco *et al.* (2004) en su estudio sobre asociaciones de larvas de peces en Bahía de La Paz durante los mismos meses que sustentan este trabajo, en donde observaron la presencia de una asociación de larvas costera concentrada sobre la zona somera cercana a la Ensenada de La Paz, durante ambos años, la cual fue la mas abundante con casi el 70% de las larvas de todo el estudio (familias Pomacentridae y Gerreidae principalmente). Además los autores registraron las mayores biomásas de zooplancton en la zona somera de la bahía en ambos años como se muestra en la *Fig. 23*, aunque con un incremento de más del doble en abundancia en agosto de 1998; concluyendo que si bien en julio de 1997 se presentó la mayor abundancia larval de las especies analizadas, con distribución más amplia y menores valores de biomasa zooplanctónica en relación a agosto de 1998.

Esta alta concentración de plancton en la zona somera ha sido atribuida a las condiciones de mezcla generadas por los vientos del sur que prevalecen en verano y las corrientes de marea que alcanzan velocidades de hasta 25 cm/ s en la bahía (Obeso-Nieblas y Jiménez-Illescas, 1993), causando un intercambio continuo entre la ensenada, la zona somera de la bahía y el canal de San Lorenzo (Obeso-Nieblas y Jiménez-Illescas, 1989), dominando la salida de agua de la bahía durante julio y el transporte vertical de material disuelto y particulado de las capas inferiores, con menor intensidad en verano que en invierno y primavera cuando la columna de agua esta completamente mezclada (Martínez-López *et al.*, 2001).

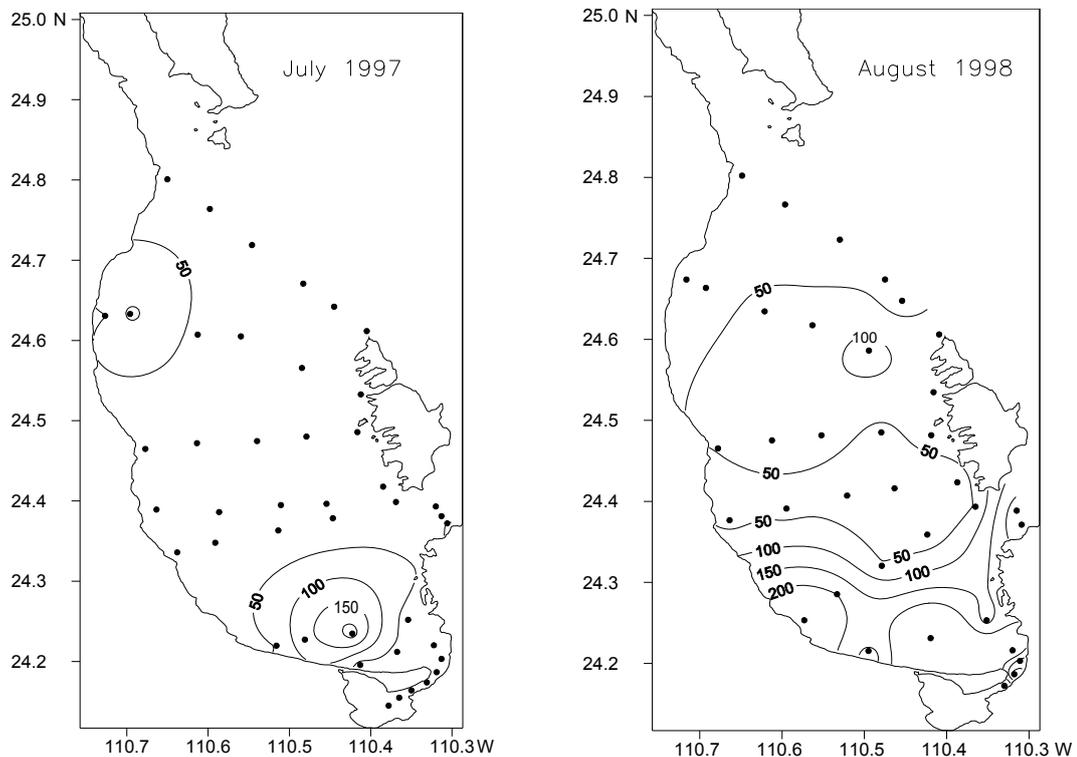


Figura 23. Distribución de biomasa zooplanctónica durante julio de 1997 y agosto de 1998 en Bahía de La Paz. Tomado de Sánchez-Velasco *et al.* 2004.

En este estudio sólo las larvas de *A. troschellii* en ambos años y de *E. gracilis* durante 1998 ampliaron su distribución hacia la parte central de la bahía con abundancias bajas. Esta baja abundancia de larvas de peces en la parte central de la bahía ha

sido relacionada con valores de temperatura altos y de biomasa zooplanctónica bajos en verano por varios autores (ej. Sánchez-Velasco, *et al.*, 2001). Además la localización de las estaciones centrales corresponden con un giro frío detectado a 50 m de profundidad en julio de 1997, (estructura que genera cambios horizontales y un efecto de divergencia (V.Vh positivo o dispersión de la masa de agua y plancton asociado con rotación anticiclónica (Barcilon y Pedlosky, 1966)), que contribuye a la escasez en esa zona; y aunque no existe una explicación clara sobre el origen y periodicidad de este giro se cree podría estar relacionado con el intercambio de agua entre la boca principal de la bahía y el Golfo bajo la influencia de El Niño 1997-1998 como lo mencionaron Obeso-Nieblas *et al.* (2004) (Sánchez-Velasco *et al.*, 2004).

Aunque no se incluyeron datos ambientales de la zona en este trabajo, esta ampliamente documentada la influencia del ENSO 1997-1998 en el Golfo de California en relación a los cambios de temperatura superficial del mar en la región (Lavín *et al.*, 2002; Obeso-Nieblas *et al.*, 2004), zooplancton (Siordia–Cermeño, *et al.*, 2004) y larvas de especies pelágicas (Sánchez-Velasco *et al.*, 2000, Sánchez-Velasco *et al.*, 2002), entre otros. Estos trabajos registran incremento de la temperatura superficial del mar hasta de 4 °C durante los picos de mayor intensidad (junio 1997 y febrero 1998) (*Fig. 24*), hundimiento de la termoclina y variaciones en el nivel del mar; y posiblemente se presentó una tropicalización general de especies en las aguas del golfo, como se registro para el zooplancton en el ENSO 1982-1983, lo cual fue documentado por Jiménez-Pérez y Lara-Lara (1988) y Lavaniegos Espejo *et al.*, (1989).

Se sabe que los cambios ambientales como temperatura y biomasa zooplanctónica influyen en la dieta de las larvas de peces (ej. Lasker, 1964, O'Connell y Raymond, 1970 y Duffy y Epifanio, 1994). En este trabajo encontramos que los valores de incidencia alimentaria, de amplitud y de traslapo de la dieta de las larvas de todas las especies en etapa preflexión y postflexión fueron menores en Julio de 1997 en relación a Agosto de 1998. Esta misma situación fue observada en estudios de alimentación de larvas de *Scomber japonicus* en el Golfo de California, en donde se

encontró que la incidencia alimentaria, la composición de la dieta y tamaño de la presa fue menor durante años afectados por el ENSO 1982-1983, que en años posteriores; cambios ambientales detectados mediante imágenes de satélite de temperatura y clorofila (Sánchez-Velasco y Shirasago, 2000).

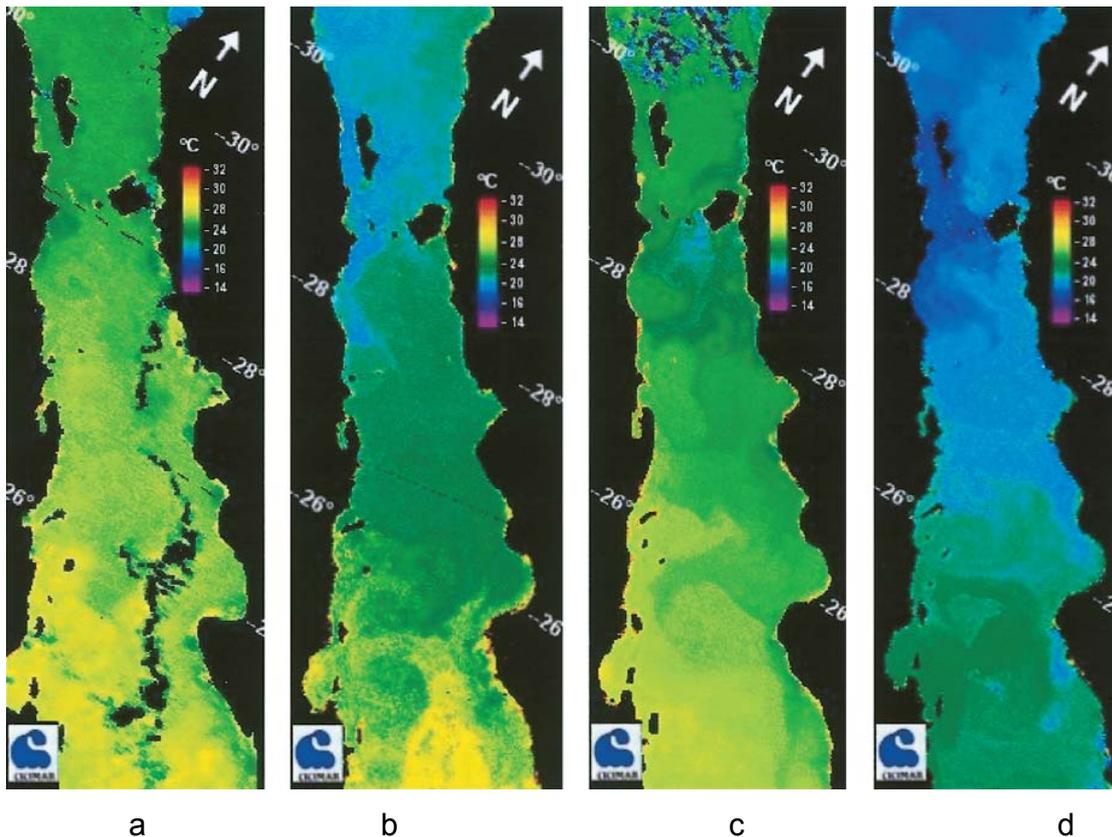


Figura 24. Imágenes de satélite de temperatura superficial en el Golfo de California mostrando variaciones entre noviembre de 1997 y marzo de 1998 (a y b), meses afectados por el ENSO 1997-1998; y noviembre de 1998 y marzo de 1999 (c y d). Este último mes afectado por La Niña 1999-2000. Tomado de Sánchez-Velasco et al (2002).

Si bien no hay estudios donde se analice el impacto de eventos de gran escala como el fenómeno del Niño en la alimentación de larvas de peces, se sabe que la variación hidrográfica afecta directamente las poblaciones del zooplancton. Jiménez-Pérez y Lara-Lara (1988) y Lavaniegos-Espejo *et al.* (1989) analizaron el impacto del ENSO 1982-1984 en la biomasa del zooplancton, y poblaciones de eufáusidos ambos en el Golfo de California, encontrando los primeros autores dominancia de copépodos

(*Oithona* sp.) y cladóceros (*Penilia avirostris*) y los segundos una disminución significativa de eufáusidos (*Nyctiphanes simplex*) durante el evento ENSO 1982 - 1983. Siordia-Cermeño *et al* (2004) quienes analizaron la distribución espacial del zooplancton durante el inicio del evento frío, la niña en marzo de 1998, encontraron las mayores densidades medias en todos los grupos de zooplancton y alta abundancia relativa de los ostrácodos, como consecuencia del enfriamiento de la zona.

Por lo que la diferencia en la incidencia, amplitud y traslapo de la dieta entre los años estudiados nos podría indicar que la disponibilidad del alimento pudo ser afectada durante el inicio del evento ENSO 1997-1998, disminuyendo la reproducción del fitoplancton y el desove de las especies de copépodos, principal alimento de las larvas de peces analizadas.

Aspectos alimenticios y su relación con la morfología funcional

Los valores de incidencia encontrados en este estudio fueron altos (55 a 100%) en todas las especies en comparación con lo reportado para otras especies de larvas de peces en diversas partes del mundo (Sánchez-Velasco y Norbis 1997). Este resultado puede ser atribuido al hecho de que las larvas de las especies estudiadas en la etapa de primera alimentación (preflexión) alcanzan tallas mayores a 1.5 mm y desarrollan temprano las estructuras relacionadas con la alimentación (boca, aletas, intestino, ojo) (Moser, 1996); tal como se ha observado en Scombridos (Margulies, 1997).

Sin embargo a pesar de que los valores altos de incidencia fueron altos se observó una clara diferencia entre años, en agosto de 1998 la incidencia alimentaria fue > 83%, y los valores máximos correspondieron a las larvas de gerreidos y pomacéntridos; los haemúlidos presentaron valores medios de incidencia alimentaria, más altos que la máxima observada en julio de 1997. Este comportamiento puede asociarse a que durante agosto de 1998 se encontraron menor cantidad de larvas de

todas las especies y su distribución se redujo a la zona adyacente a la ensenada de La Paz, zona considerada como área de desove de copépodos (Palomares-García, 1996), y de alimentación de larvas de peces (Sánchez-Velasco *et al.*, 2004), pudiéndose inferir incremento en el encuentro entre las larvas y sus presas, como se ha manejado para especies que habitan un área con alta disponibilidad de alimento (ej. Last, 1978; Hunter, 1981; Jenkins, 1987; Govoni *et al.*, 1983).

La composición de la dieta de las larvas las especies analizadas en este estudio en ambos años, se basa principalmente en nauplios de copépodos de diferentes tipos durante todo su desarrollo larvario, observándose un mayor número de presas en julio de 1997 que en agosto de 1998; excepto para los gerreidos donde el número de presas se incremento en ambos periodos. Particularmente las larvas en etapa preflexión-flexión consumieron nauplios de copépodos en ambos años, posiblemente por ser larvas de tallas pequeñas (1.0 a 2.8 mm aprox.), que no han desarrollado las aletas y su visión es limitada, por lo que su desplazamiento es menor (Margulies, 1997). No obstante lo anterior las larvas del gerreido *E. dowii* resaltaron por presentar como presa importante en su dieta copépodos adultos del género *Oithona* en ambos años a diferencia de las otras cinco especies estudiadas cuya dieta se baso en nauplios de copépodos; aunque no se tienen antecedentes sobre alimentación de esta especie, este comportamiento podría ser inferido con base a sus características morfológicas, ya que tanto las dos especies de gerreidos, como *A. troschellii* poseen boca grande y su cuerpo es alto características atribuidas a larvas de peces de metabolismo rápido y voraces, tal como ha sido descrito para algunas especies de Scombridos (Margulies, 1993).

El análisis de la dieta de las larvas en etapa de preflexión-flexión mostró variación en su composición para los dos años de estudio. En julio de 1997, el nauplio Nt2 con valores de IIR superiores a 2000 fue la presa más importante de las larvas de *A. davidsonii*, *E. dowii*, *E. gracilis* y *A. troschellii* ; mientras que el nauplio Nt10 con valores de IIR 1176 fue la presa más importante en la larvas de *S. rectifraenum* la presa más importante. Las presas más importantes en las larvas de *X. californiensis*

fueron tres tipos de nauplios: Nt10, Nt1 y Nt2 con valores de IIR > de 600, lo cual indica que *X. californiensis* es la especie que tiende más a diversificar su dieta. En contraste en agosto de 1998, los nauplios Nt2 con valores de IIR > 3000 fueron la presa más importante de todas las larvas. Las variaciones observadas en la dieta pueden deberse a diferencias en la disponibilidad de las presas en el área de estudio debido a que el desove de los copépodos de las diferentes especies pudo haber variado en el tiempo como consecuencia de los variaciones ambientales; tal como fue documentado en la parte alta del Golfo de California donde las variaciones ambientales ocasionadas por el efecto del ENSO 1982-1983 no disminuyeron la abundancia de zooplancton en la región afectada pero si ocurrieron cambios en la composición de las especies (Jiménez-Pérez y Lara-Lara, 1988); Sin embargo se desconoce cual es el impacto en la composición de la comunidad de la bahía de La Paz por este tipo de eventos.

Durante la etapa de postflexión, aunque si se observó la presencia de copépodos y otras presas de mayor tamaño que los nauplios, la dieta de todas las larvas de las especies analizadas continuaron consumiendo nauplios de copépodos. En particular, las larvas de *X. californiensis* continuaron consumiendo nauplios de copépodos mayoritariamente durante esta etapa, coincidiendo con lo descrito para las larvas de *Sebastes* spp. y *Auxis* spp. las cuales a pesar de que su desarrollo morfológico y fisiológico les permite consumir copépodos adultos, mantienen preferencias por nauplios de copépodos; o como las larvas de *Arnoglossus laterna* que consume durante toda su etapa planctónica una especie de copépodo pequeño (*Paracalanus* spp.) (Anderson, 1994; Sánchez-Velasco, 1998). Por el contrario en las larvas de *S. rectifraenum*, *A. troscheli*, *E. dowii* y *E. gracilis*, además de consumir los nauplios de copépodos, incluyeron en su dieta presas de mayor talla en ambos años, este comportamiento es el esperado debido a que conforme crecen las larvas, estas desarrollan estructuras que les permiten consumir presas de mayor tamaño y movilidad, tal como ha sido observado en la mayoría de las larvas de peces (ej. Anderson 1994; Ocaña-Luna, 2000; Sánchez-Ramírez, 2003). La presencia de los copépodos *Oithona* sp., *A. tonsa* y calanoideos en la dieta de los gerreidos en menor número en julio de 1997, que en agosto de 1998, puede ser atribuido por un lado, a

las variaciones de la distribución de los copépodos en la zona, ya que ha sido reportada su presencia en esta área en verano intermedio principalmente (Palomares-García, 1996), y por otro lado a la preferencia de las larvas hacia un tipo de presa en particular, como se ha visto en larvas de sardina del pacífico, macarela, anchoveta, lenguados y arenques (Arthur, 1976; Last, 1978; Cohen y Lou, 1983).

La composición de la dieta y la incidencia nos indican que existe una fuerte similitud de la dieta entre las larvas de las especies en julio de 1997 y explica los valores de traslapamiento altos observados entre *S. rectifraenum*, *A. davidsonii* y *E. gracilis*, las cuales poseen un espectro trófico reducido; en comparación con *E. dowii* y *A. troschellii*, cuyo espectro trófico es más amplio, esto puede ser atribuido a su rápido crecimiento y desarrollo sensorial que les permite desplazarse en busca de presas de mayor tamaño (ej. Anderson 1994; Margulies, 1997; Ocaña-Luna, 2000; Sánchez-Ramírez, 2003). Mientras que en agosto de 1998 el traslapamiento de dieta fue > 50 en todos los pares de especies, encontrando los valores más altos entre los pares de especies de la misma familia, este resultado podría ser explicado debido a que durante agosto de 1998, a pesar de que las larvas incidieron principalmente sobre nauplios de copépodos tipo 2 y tipo 1, se observa claramente la presencia en menor número de otro tipo de nauplios como son nauplios tipo 3, tipo 5, nauplios de *Microsetella* spp., nauplios de *Euterpina* spp. y de tintinidos, estos últimos con valores de IIR de 292 en *S. rectifraenum*. Lo anterior puede estar directamente relacionado con el incremento de más del doble de la biomasa zooplanctónica durante agosto de 1998 en la zona reportado por Sánchez-Velasco *et al.* (2004) aumentando consecuentemente la disponibilidad de alimento y por tanto facilita la probabilidad de encuentro entre larvas y presas.

La similitud de la dieta entre pares de especies de la misma familia coincidió con lo observado en el análisis de discriminantes con base a las características morfológicas en ambos años, el cual separó claramente las larvas de peces por familia; aunque este análisis mostró una menor distancia de Mahalanobis entre las especies de las familias Pomacentridae y Gerreidae, y mayor dispersión en la familia

Haemulidae en ambos años. Lo cual puede ser debido a que las especies de la familia Haemulidae, *A. davidsoni* y *X. californiensis*, son morfológicamente menos similares que las otras especies, lo cual se refleja en los diferentes aspectos alimentarios mencionados.

Aunado a lo anterior, los resultados del Índice de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible con la matriz de datos morfológicos, muestran que además de la agrupación por especies, es preponderante el factor talla. De tal manera que las larvas más pequeñas, en tallas cercanas a la eclosión forman un grupo en ambos años. Esto mismo ocurre con las larvas más desarrolladas (postflexión) que también se clasifican en un solo grupo. Las larvas de tamaño intermedio, correspondientes a preflexión-flexión se dividen en tres grupos con base a la talla y la especie, separándose básicamente las larvas de los haemúlidos, *X. californiensis* de *A. davidsonii* y las larvas de *A. troschellii* de *S. rectifraenum* en ambos años. Los gerreidos conformaron un solo grupo en agosto de 1998, y en julio de 1997, probablemente por su baja representatividad se dispersaron en los cinco grupos definidos. Esta agrupación mencionada confirma lo descrito por otros autores que mencionan que por lo general las larvas de peces incrementan su espectro trófico, el tamaño de sus presas y la incidencia alimentaria conforme crecen debido a que aumentan sus requerimientos energéticos y al mismo tiempo van desarrollando estructuras relacionadas con la alimentación que les permiten detectar, perseguir, atrapar y consumir presas de mayor talla y movimiento (Chao y Musick, 1977; Hunter, 1981; Jenkins, 1987; Margulies, 1993).

La clasificación de larvas con base a caracteres morfológicos funcionales coinciden de manera general con los grupos de larvas de peces formados de acuerdo a la matriz de las presas consumidas, ya que en ambos casos se separan las larvas de cada una de las tres familias. Con base en la dieta se definió un grupo dominado por larvas de *A. troschelli* en julio de 1997 y un grupo dominado por larvas de ambas especies de pomacentridae en agosto de 1998. La falta de agrupación de *S. rectifraenum* en julio de 1997 se debe posiblemente a la baja incidencia alimentaria

de las larvas de esta especie. En el caso de los haemúlidos, durante 1997 se definió un grupo con ambas especies; en contraste con agosto de 1998, los haemúlidos estuvieron repartidos en los tres grupos, debido a que ambas especies, *A. davidsonii* y *X. californiensis* fueron menos abundantes que los gerreidos y no presentaron presas que los caracterizaran como grupo, ya que éstos consumieron predominantemente nauplios de copépodos. En lo que se refiere a los gerreidos, durante julio de 1997 las dos especies formaron un solo grupo, mientras que en agosto de 1998, se separaron en dos grupos lo cual puede ser debido a que las larvas encontradas en su mayoría fueron de tallas pequeñas (4.4 mm LP) a diferencia de *E. dowii* que presentó tallas hasta de 7.2 mm LP por lo tanto su dieta incluyó presas de mayor talla.

Lo anterior resalta la coincidencia entre la agrupación de las larvas con base en las características morfológicas funcionales y la composición de la dieta, lo que nos permite inferir que la semejanza morfológica de las larvas de especies de la misma familia, tiende a determinar preferencias alimentarias, que varían en relación al desarrollo larval y a la innata preferencia de la especie. Además de considerar que los cambios ambientales a diferentes escalas temporales, afectan la disponibilidad del alimento, las tasas de encuentro entre larvas y presas influyendo en la sobrevivencia larvaria.

Este tipo de comportamiento es muy común en comunidades planctónicas en zonas cerradas como son las bahías, lagunas o estuarios en donde se forman asociaciones de larvas de peces que coinciden en tiempo y espacio en condiciones físico-biológicas similares (Moser *et al.*, 1987). Esta coincidencia genera relaciones de coexistencia y por lo tanto competencia por alimento y/o espacio, originando que las especies que coexisten presentan diferencias morfológicas, fisiológicas y de comportamiento que aunque existe un cierto grado de traslapamiento pueden sobrevivir exitosamente (Govoni, *et al.*, 1983; Sánchez-Velasco, 1998).

CONCLUSIONES

Se observó que la distribución espacial de las larvas de las seis especies analizadas esta fuertemente relacionada con la hidrografía de la bahía y la disponibilidad de alimento, mostrándo claramente que las larvas en etapa de preflexión-flexión se asocian más con la región somera de la bahía y las larvas en etapa de postflexión incursionan hacia áreas de mayor profundidad en algunos casos.

Se encontró que debido a la alta similitud morfológica de las larvas de las seis especies analizadas, los indicadores de las estrategias de alimentación fueron similares; la incidencia alimentaría fue alta en todos los casos y la composición de la dieta estuvo conformada por las mismas presas en diferentes proporciones, incidiendo preferentemente sobre un mismo tipo de presa (Naupios tipo 1, tipo 2 y tipo 10 principalmente). Siendo lo anterior un reflejo de que la disponibilidad de alimento es alta en la zona somera de la Bahía de La Paz.

Las variaciones hidrográficas ocurridas en la zona de este estudio durante julio de 1997 y agosto de 1998, particularmente el efecto del ENSO 1997-1998 pudieron ser la causa de las diferencias interanuales en la distribución espacial, la incidencia alimentaria, la composición y traslapo de la dieta de las larvas de las familias Pomacentridae, Haemulidae y Gerreidae.

RECOMENDACIONES

Enfocar esfuerzos a conocer las variaciones locales de la bahía, tales como cambios estacionales, circadianos e intermareales, que nos permitan detectar los cambios ante procesos y eventos de mayor escala, como es el caso del ENSO.

Hacer énfasis en el conocimiento de aspectos biológicos enfocados a alimentación y nutrición de las larvas de peces que contribuyan a mejorar las técnicas de sobrevivencia larvaria en condiciones de cultivo y en su medio natural.

Bibliografía

- Abitia-Cárdenas, L. A., L. Rodríguez-Romero, F. Galvan-Magaña, J. De la Cruz, H. Chávez. 1994. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Cienc. Mar. 20(2):159-181.
- Aceves-Medina, G., S. P. A. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodríguez, R. J. Saldierna-Martinez, P. E. Smith. 2004. Fish larvae assemblages in the Gulf of California. J. Fish Biol. 65:832-847.
- Alvarez-Borrego, S., J. A. Rivera, G. Gaxiola-Castro, M. L. Acosta-Ruiz, A. R. Schwartzlone. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. Cienc. Mar. 5(2):53-71.
- Anderson, J. T. 1994. Feeding ecology and condition of larval and pelagic juvenile redbfish *Sabastes* spp. Mar. Ecol. Prog. Ser. 104:211-226.
- Armenta-Martínez, L. F. 2004. Composición y distribución de larvas de peces en La Bahía de La Paz, (Golfo de California) durante dos épocas climáticas extremas (verano del 2001- 2002). México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B. C. S. 44 p.
- Arreguín-Sánchez, F., 1994. La Pesca Artesanal: hacia el manejo sustentable ó conflicto de intereses? Taller para el desarrollo sustentable pesquero y Acuícola. SEDESOL. Instituto Nacional de Ecología. México, 45 p.
- Arthur, D. K. 1976. Food and feeding of larvae of three fishes in the California Current: *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax* and *Trachurus symmetricus*. Fish. Bull. 74:517-530.
- Avalos-García, C., L. Sánchez-Velasco, B. Shirasago. 2003. Larval fish assemblages in the Gula of California and their relation to hydrographic variability (autumn 1997-summer 1998). Bull. Mar. Sci. 72(1):63-73.
- Balart, E. F., J. L. Castro-Aguirre, D. Aureoles-Gamboa, F. García-Rodríguez, C. Villavicencio G. 1995. Adiciones a la ictiofauna de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Hidrobiología 5(1-2): 79-85.
- Balart, E. F., J. L. Castro-Aguirre, F. De la Chica Bonilla 1997. Análisis comparativo de las comunidades ícticas de fondos blandos y someros de la Bahía de La Paz, B. C. S. En: R. J. Urbán, M. Ramírez R. (Eds). La Bahía de La Paz, UABCS-CICIMAR. La Paz, B. C. S. 163-176 p.

- Barcilon, V. y J. Pedlosky. 1966. Linear theory of rotating stratified fluid motions. *J. Fluid Mech.*, 9:1-16.
- Blaxter, J. 1969. Visual thresholds and spectral sensitivity of flatfish larvae. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.* 31:145-157.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas de Zooplancton del Atlántico Sudoccidental I.N.I.D.E.P. Mar del Plata, Argentina. 936 p.
- Bray, J., R., J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.
- Castro-Aguirre, J. L., E. F. Balart, J. Arvizu-Martínez. 1994. Consideraciones generales sobre la ictiofauna de las lagunas costeras de México. *Zool. Inf.* 27: 47-84.
- Castro-Aguirre, J. L., García-Domínguez, F., Balart, E. F. 1995. Nuevos hospederos y datos morfométricos de *Encheliopsis dubius* en el Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 43(3):119-138.
- Chao L. y J. Musick. 1977. Life history, feeding habits, and functional morphology of juvenile sciaenid fishes in the Cork River Estuary, Virginia. *Fish. Bull.*, 75(4):657-702.
- Clifford, H. T., Stephenson, W. 1975. An introduction to numerical classification, Academic Press, New York.
- Cohen, R. E., R. G. Lough. 1983. Prey field of larval herring *Clupea harengus* on a continental shelf spawning area. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10:211-222.
- Cruz-Orozco, R., C. Martínez-Noriega, A. Mendoza-Maravillas. 1996. Batimetría y Sedimentos de la Bahía de La Paz, B. C. S., México. *Oceánides* 2(1):21-27.
- De la Campa S., M. A. Padilla y P. E. Smith, 1976. Estimación de biomasa de reproductores de sardina monterrey (*Sardinops sagax*) a través de censos larvarios. Golfo de California. Temporada 1975. En: Memorias del Primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros Masivos de México. Ensenada, B. C. México.
- De la Cruz-Agüero, G. 1994. ANACOM: Un sistema para el análisis de comunidades en computadoras personales. Ver. 3.0. *Manual del usuario*. ISBN, México. 99 p.
- De la Cruz-Agüero, J. y Colaboradores. 1994. Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur. Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de

- Ciencias Marinas. (Ed.) Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. 341 p.
- Downing, G. y M. K. Litvak. 2001. The effect of Light intensity and spectrum on the incidente of first feeding by larval haddock. J. Fish. Biol. 59:1566-1578.
- Duffy, J. T. y C. E. Epifanio. 1994. Effects of larval density on the growth and survival of weakfish *Cynoscion regalis*. In Laerge-volumen enclosures. Mar. Ecol. Prog. Ser., 104:227-233.
- González-Navarro E., R. Saldierna-Martínez. 1997. Zooplancton de la Bahía de la Paz, B. C. S. (1990-1991). En: R. J. Urbán, M. Ramírez R. (Eds). La Bahía de La Paz, U A B C S-CICIMAR. La Paz, B. C. S. 43-57 p.
- Govoni, J. J., D. E. Hoss, J. Chester. 1983. Comparative feeding of three species of larval fishes in the Northern Gulf of México: *Brevoortia patronus*, *Leiostomus xanthurus* and *Micropogonias undulatus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 51:19-33
- Green-Ruiz, Y. A., M. G. Aguirre-Medina. 1992. Estimation of the reproductive biomass of the Pacific Mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) in the Gulf of California (January-February 1987). Cienc. Mar. 18(4):135-149.
- Green-Ruiz, Y. A., A. Hinojosa-Corona. 1997. Study of the spawning area of the Northern anchovy in the Gulf of California from 1990 to 1994, using satellite images of sea surface temperature. J. Plank. Res. 19(18):957-968.
- Griffiths, F. B., B. K. Fleminger, M. Vannucci. 1976. Shipboard and curating techniques. En: Zooplankton Fixation and Preservation. (Ed.) UNESCO Monogr. Oceanogr. method, 17-31 p.
- Hamman, M. G., M. O. Nevarez-Martínez, Y. Green-Ruiz. 1998. Spawning habitat of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California egg and larval distribution 1956-1957 and 1971-1991. CalCOFI Rep. 39:169-179.
- Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in light of biological research. Rapp. Proc.-Verb. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 108:1-8.
- Houde, E. D., J. A. Lovdal, 1984. Seasonally of occurrence, foods and food preferences of ichthyoplankton in Biscayne Bay, Florida. Estuar. Coast. Shelf Sci. 18(4):403-419.

- Hulbert, S. H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecol.* 59: 67-77.
- Hunter, J. R. 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. 34-77. En: Marine Fish Larvae: Morphology, ecology and relation to fisheries. (Ed.) R. Lasker. Washington Sea Grant Program, Seattle and London.
- Iles, T. D., M. Sinclair. 1982. Atlantic herring: stock discreteness and abundance. Science. 215:627-633.
- Jenkins, G. P. 1987. Comparative diets, prey selection, and predatory impact of co-occurring larvae of two flounder species. J. Exp. Mar. Biol. 110:147-170.
- Jiménez-Illescas, A. R., Obeso-Nieblas, M., Alatorre-Mendieta, M.A., Troyo-Dieguez, S., García-Escobar, H., 1994. Hidrología de la Bahía de La Paz, B. C. S. Oceanología 2:115-131.
- Jiménez-Illescas, A. R. Obeso-Nieblas, M., Salas-De León, D. A., 1997. Oceanografía Física de la Bahía de La Paz, B.C.S. En: R. J. Urbán, Ramírez, M. (Eds.). La Bahía de La Paz. UABCS-CICIMAR, México, 31-42 p.
- Jiménez-Peréz, L. C., J. R. Lara-Lara. 1988. Zooplankton biomasa and copepod community structure in the Gula of California during the 1982-1983 El Niño event. CalCOFI Rep. 29:122-128.
- Jiménez-Rosenberg, S. P. A. 1994. Desarrollo larvario de *Eucinostomos currari* Yáñez-Arancibia, 1978 (Pisces: Gerridae). México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B. C. S. 65 p.
- Jiménez-Rosenberg, S. P. A. 1998. Descripción del desarrollo larvario de *Eucinostomus dowii* y *Diapterus peruvianus*. México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN. La Paz. B. C. S. 109 p.
- Kendall, A. W. Jr., E. H. Alhstrom, H. G. Moser. 1984. Early life history of fishes and their characters. En: H. G. Moser, Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Jr. Y S. L. Richardson (Eds.). Ontogeny and systematics of Fishes. Am. Assoc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Pub. No. 1. 11-22 p.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological methodology. Harper and Row, New York. 550 p.
- Laroche, J. L. 1982. Trophic patterns among larvae of five species of sculping (Family Cottidae) in a Maine Estuary. Fish. Bull. 80:827-480.

- Lasker, R. 1964. An Experimental Study of the Effect to Temporal on the Incubation Time, Development, and Growth of Pacific Sardine Embryos and Larvae. Copeia, 2:299-405.
- Last J. M. 1978. The Food of Four Species of Pleuronectiform Larvae in the Eastern English Channel and Southern North Sea. Mar. Biol. 45:359-368.
- Last, J. M. 1980. The food of twenty species of fish larvae in the west-central North Sea. Fish. Res. Tech. Rep. No. 60, 44 p.
- Lavaniegos-Espejo, B. E., J. R. Lara-Lara, E. Brinton. 1989. Effects of the 1982-83 El Niño event on the Euphausiid populations of the Gulf of California. CalCOFI Rep. 30:73-85.
- Lavín, M. F., E. Beber, A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacionales e interanuales. En: Lavín, M. F. (Ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México: Unión Geofísica Mexicana, Ensenada, B. C., México. 3: 141-171.
- Lavín, M. F., E. Palacios-Hernández, C. Cabrera. 2003. Sea surface temperatura anomalies in the Gulf of California. Geophys. J. Int. 42(3):363-375.
- Ludwig, A. J. y J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. John Wiley and Sons, University Press, Princeton, New Jersey, 179 p.
- Mackenzie B. R., W. C. Leggett, 1991. Quantifying the contribution of small-scale turbulence to the encounter rates between larval fish and their zooplankton prey: effects of wind and tide. Mar. Ecol. Prog. Ser. 73:149-160.
- Margalef, R. 1980. ECOLOGÍA. Ediciones Omega. Barcelona. 951 p.
- Margulies, D. 1993. Assessment of the nutritional condition of larval and early juvenile tuna and Spanish mackerel (Pisces: Scombridae) in the Panamá Bight. Mar. Biol. 115:317-330.
- Margulies, D. 1997. Development of the visual system and inferred performance capabilities of larval and early juvenile scombrids. Mar. Fres. Bahav. Physiol., 30:75-98.
- Martínez-Aguilar, S. y J. A. De Anda-Montañez. 1990. Estimación de la biomasa reproductora de *Scomber japonicus* Houttuyn, en el Golfo de California. (marzo, 1981) Cienc. Pesp. Inst. Nal. Pesca Sría. Pesca, México. (7):17-34.

- Martínez-López, A., R. Cervantes-Duarte, A. Reyes-Salinas y J. E. Valdez-Holguin. 2001. Cambio estacional de clorofila a en la Bahía de La Paz, BCS. Hidrobiología, 11(1):45-52.
- May, R. C. 1974. Larval mortality in marine fishes and the critical period concept. En: J. H. S. Blaxter (Ed). The early life history of fishes. Springer-Verlag, New York, 3-19 p.
- McCune, B., M. J. Mefford. 1999. PC-ORD for Windows. Multivariate Analysis of Ecological data. Version 4.5. MjM Software. Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Monreal-Gómez, M. A., A. Cruz-Molina, D. Salas-de-León. 2001. Water masses and cyclonic circulation in Bay of La Paz, Gulf of California, during June 1998. J. Marine Syst. 30:305-315.
- Montesinos-González, M. A. 1999. Descripción de los primeros estadios larvales del Labrisomido *Paraclinus sini* Hubbs, 1952. México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B. C. S. México. 52 p.
- Moreno-Salas, G., 1996. Distribución y abundancia de larvas de peces en la Bahía de La Paz, B. C. S. México, en Febrero y Agosto de 1990. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B. C. S. México. 60 p.
- Moser, H. G., E. M. Ahlstrom, D. Kramer, E. J. Stevens, 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. CalCOFI Rep. 17:112-128.
- Moser H.G. (Ed) 1996. The early stages of fishes in the California Current region. CalCOFI Atlas No. 33. Allen Press, Inc., Lawrence, Kansas, 1505 p.
- Moser, H. G., P. E. Smith y L. E. Eber. 1987. Larval fish assemblages in the California Current region, 1954-1960, a period of dynamic environmental change. CalCOFI Rep., 28:97-127.
- Obeso-Nieblas, M. y Jiménez-Illescas, A., 1989. Propagación de la constituyente M2 de la marea en la Bahía de La Paz, B.C.S., México mediante un modelo bidimensional hidrodinámico numérico. Investigaciones Marinas, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas 4(2),241-256.
- Obeso-Nieblas, M. y Jiménez-Illescas, A., 1993. Modelación de la marea en la Bahía de La Paz, B. C. S., México. Inves. Mar. CICIMAR 8 (1), 13-22.

- Obeso-Nieblas, M., A. R. Jiménez-Illescas y S. T. Diéguez. 1993. Modelación de la Marea en La Bahía de La Paz, B.C.S. Inv. Mar. CICIMAR, 8(1):15-21.
- Obeso-Nieblas, M., B. Shirasago, L. Sánchez-Velasco, J. H. Gaviño-Rodríguez. 2004. Hydrographic variability in Bahia De La Paz, B. C. S., México, during the 1997-1998 El Niño. Deep-Sea Research II, 51:689-710.
- Ocaña-Luna, A. y Sánchez-Ramírez, M. 1997. Feeding of Sciaenid (Pisces: Sciaenidae) larvae in two coastal lagoons of the Gulf of Mexico. Gulf Res. Rep. 10:1-9 p.
- Ocaña Luna, J. A. 2000. Alimentación del Ictioplancton de Lagunas Costeras de Veracruz y Tamaulipas. México. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 124 p.
- O'Connell, C. P. y L. P. Raymond. 1970. The effect of food density on survival and growth of early post Yolk-sac larvae of the northern anchovy (*Engraulis Mordax* Girard) in the laboratory. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Ser., 5:187-197.
- Palomares García, J. R. 1996. Estructura espacial y variación estacional de los copépodos en la Ensenada de La Paz. Oceánides 11(1):29-43.
- Palomares-García, R, E. Suárez-Morales, S. Hernández-Trujillo. 1998. Catálogo de los copépodos (Crustacea) pelágicos del Pacífico Mexicano. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN). Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). 351 p.
- Peguero-Icaza, M., L. Sánchez-Velasco. 2004. Spatial distribution of fish larvae in a Bay of Gulf of California (June and November de 1997). Pac. Sci. 58(4):567-578.
- Peña, M. R., S. Dumas, M. Villalejo F., J. L. Ortiz-Galindo. 2003. Ontogenetic development of the digestive tract in the reared spotted sand bass *paralabrax musculofasciatus* larvae. Aquaculture 219: 633-644.
- Peña, M. R., S. Dumas, L. Saldivar, A. Traviña, G. Garcia-Gónzales. 2004. Effects of light intensity on the first alimentation of the spotted sand bass larvae. Aquac. Res., 35:345-349.
- Rebollar-Prudente, R. 2000. Diferenciación larval de las especies del género Auxis y la variación espacio temporal de las concentraciones larvales de tres especies de

- la familia Scombridae en el Golfo de California, México. Tesis de Maestría, La Paz, B.C.S. México, 63 p.
- Rose, M. 1933. Copépodos pelagiques. Faune de France, 26. Paris, 372 p.
- Rothschild, B. J., T. R. Osborn. 1988. Small-scale turbulence and plankton contact rates. J. Plankton Res. 10:465-474.
- Salinas-González, F., Zaytsev, O., Vyacheslav, M. 2003. Formación de la estructura termohalina del agua en La Bahía de La Paz de verano a otoño. Cienc. Mar. 29(1):51-65.
- Sánchez-Ramírez, M. 2003. Diet composition and feeding habits of Atlantic bumper, *Chloroscombrus chrysurus* (Pisces: Carangidae), larvae in the southern Gula of Mexico. Bull. Mar. Sci. 72(3): 675-683.
- Sánchez-Velasco L., W. Norbis. 1997. Comparative diets and feeding habits of *Boops boops* and *Diplodus sargus* larvae, two Sparid fishes co-occurring in the Northwestern Mediterranean (Mayo 1992). Bull. Mar. Sci. 61 (3):821-835.
- Sánchez-Velasco, L. 1998. Diet composition and feeding habits of fish larvae of two co-occurring species (Pisces: Callionymidae and Bothidae) in the North-Western Mediterranean. ICES J. Mar. Sci. 55:299-308.
- Sánchez-Velasco, L., I. Contreras Arredondo, G. Esqueda Escárcega. 1999. Diet composition of *Euthynnus lineatus* and *Auxis* sp. larvae (Pisces: Scombridae) in the Gulf of California. Bull. Mar. Sci. 65(3):687-698.
- Sánchez-Velasco, L., B. Shirasago. 2000. Larval Feeding of *Scomber japonicus* (Pisces: Scombridae) in the Gulf of California and Its Relation to Temperature and Chlorophyll Satellite Data. Pac. Sci. 54(2):127-136.
- Sánchez-Velasco, L, B. Shirasago, M. Cisneros-Mata, C. Avalos-García. 2000. Spatial distribution of small pelagic fish larvae in the Gulf of California and its relation to the Niño 1997-1998. J. Plankton Res. 22(8):1611-1618.
- Sánchez-Velasco, L., C. Avalos-García, J. Del Angel-Rodríguez, M. Sánchez-Hidalgo, S. Cota-Meza, y C.C. Juárez-Olvera. 2001. Spatial distribution of zooplankton biomasa in Bahía de La Paz and adjacent area (Gulf of California). In: Rebuilding California's Abalone Stocks. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Conference.

- Sánchez-Velasco L., E. Valdez-Holguín, B. Shirasago, M. A. Cisneros-Mata. 2002. Changes in the spawning environmental of *Sardinops caeruleus* in the Gulf of California during El Niño 1997-1998. Estuar. Coast. Shelf S. 56:1-11.
- Sánchez-Velasco, L., S. P. Jiménez-Rosenberg, B. Shirasago, M. Obeso-Nieblas. 2004a. Distribution and abundance of fish larvae in the Bahía de La Paz (Gulf of California) and their relation to hydrographic variability during Summer (1997-1998). Deep Sea Res. 51(2):723-737.
- Sánchez-Velasco L., C. Avalos-García, M. Rentería-Cano, B. Shirasago. 2004b. Fish larvae abundance and distribution in the central Gulf of California during strong environmental changes (1997-1998 el Niño and 1998-1999 La Niña). Deep-Sea Res. 11(51):711-722.
- Sánchez-Velasco, L., E. Beier, C. Avalos-García, M. F. Lavín. 2006. Larval fish assemblages and geostrophic circulation in Bahía de La Paz and the surrounding southwestern region of the Gulf of California. J. Plankton Res. 28(11): 971-1105.
- Sánchez-Velasco, L., S.P.A. Jiménez-Rosenberg y M. F. Lavín. 2007. Vertical distribution of fish and its relation to water column structure in the southwestern Gulf of California. Pacif. Sci., 61(4): 533-548.
- Schoener, T. W. 1970. Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. Ecol. 51:408-418.
- Shirota, A. 1970. Studies on the mouth size of fish larvae. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 36(4):353-368.
- Siordia-Cermeño, M. P., L. Sánchez-Velasco, M. Sánchez-Ramírez, M. C. Franco-Gordo. 2006. Variación temporal de la dieta de larvas de *Bregmaceros bathymaster* (Pises: Bregmacerotidae) en las costas de Jalisco y Colima, México, durante un ciclo anual (1996), Cienc. Mar. 32(1A):13-21.
- Siordia-Cermeño, M. P., L. Sánchez-Velasco. 2004. Distribución espacial de crustáceos del zooplancton en el Golfo de California (marzo 1998). En: Hendrickx, M. E. (Ed.) Contribuciones al Estudio de los crustáceos del Pacífico Este. UNAM. 4:117-125.
- Smith, L. D. 1977. A guide to marine Coastal Plankton and marine invertebrate larvae. Kendall/Hunt publishing company. 161 p.

- Smith, P. E., S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO Fish Tech. Paper, No. 175, 100 p.
- StatSoft, Inc. 1995. Statistica for Windows (Computer program Manual). StatSoft. Inc. Tulsa, Oklahoma.
- Tregouboff, G., M. Rose. Manuel de Planctologie Mediterranee. Vol. I y II, Paris, Francia, 446 p.
- Urbán-Ramírez, J., M. Ramírez-Rodríguez. 1997. La Bahía de La Paz, Investigación y conservación. UABCS-CICIMAR. 345 p.