

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
COLEGIO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS



TESIS

VARIABILIDAD AMBIENTAL Y SU EFECTO SOBRE LA
ABUNDANCIA DE POSTLARVAS DE CAMARON *Penaeidae*
EN DOS ZONAS DEL PACIFICO MEXICANO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

PRESENTA

JOSE ADAN FELIX ORTIZ

DIRECTOR DE TESIS
DR. NICOLAS CASTAÑEDA LOMAS

DIRECTOR EXTERNO
DR. EUGENIO ALBERTO ARAGON NORIEGA

ASESORES
M.C. MANUEL EFREN SIU QUEVEDO
DR. GUSTAVO ALEJANDRO RODRIGUEZ MONTES DE OCA

CULIACAN, SINALOA A OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS



TESIS

**VARIABILIDAD AMBIENTAL Y SU EFECTO SOBRE LA
ABUNDANCIA DE POSTLARVAS DE CAMARÓN *Penaeidae*
EN DOS ZONAS DEL PACÍFICO MEXICANO**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

PRESENTA:

JOSÉ ADÁN FÉLIX ORTIZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. NICOLÁS CASTAÑEDA LOMAS

DIRECTOR EXTERNO

DR. EUGENIO ALBERTO ARAGÓN NORIEGA

ASESORES

M.C. MANUEL EFRÉN SIU QUEVEDO

DR. GUSTAVO ALEJANDRO RODRÍGUEZ MONTES DE OCA

CULIACÁN, SINALOA, OCTUBRE DE 2013

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR EL **C. JOSÉ ADÁN FÉLIX ORTIZ**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR DE TESIS



DR. NICOLÁS CASTAÑEDA LOMAS

DIRECTOR EXTERNO



DR. EUGENIO ALBERTO ARAGÓN NORIEGA

ASESOR



M.C. MANUEL EFRÉN SIU QUEVEDO

ASESOR



DR. GUSTAVO ALEJANDRO RODRÍGUEZ MONTES DE OCA

CULIACÁN, SINALOA, OCTUBRE DE 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL FUERTE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL CARRIZO

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 20 de enero del año 2020, el que suscribe José Adán Félix Ortiz, alumno del Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 11956097, de la Unidad Académica Facultad de Ciencias del Mar, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dr. Nicolás Castañeda Lomas y del Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega y cede los derechos del trabajo titulado “Replanteamiento del ciclo de vida de los camarones costeros del Pacífico mexicano”, a la Facultad de Ciencias del Mar, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE

José Adán Félix Ortiz

CORREO ELECTRÓNICO: feocabo@yahoo.com.mx
CURP: FEOA660531HSLLRD05

DEDICATORIA

A mi esposa

DOLORES SALAZAR RODRÍGUEZ

A mis hijos

LUIS ADÁN

Y

ERICK JESÚS

A mis padres

JOSÉ ADÁN FÉLIX CORRAL

PASTORA ORTIZ ORONIA

AGRADECIMIENTOS

AL CONACYT su apoyo a través de la beca crédito otorgada.

A la Universidad Autónoma de Sinaloa, por haberme dado la oportunidad de estudiar.

A la Facultad de Ciencias del Mar, donde he pasado gran parte de mi vida, desde que realice mis estudios de licenciatura y he laborado.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Al Dr. Ignacio del Valle Lucero (†) el haberme proporcionado la oportunidad de trabajo y los datos generados durante el proyecto “Estrategias para la Reestructuración de las Pesquerías Demersales del Pacífico Mexicano”.

A la Dirección General de Investigación y Posgrado de la universidad Autónoma de Sinaloa, por el financiamiento del proyecto PROFAPI2011/171.

A los miembros de mi comité Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega, por darme de nuevo una oportunidad; al Dr. Nicolás Castañeda Lomas, por sus consejos en la realización de este trabajo, Al M.C. Manuel Efrén Siu Quevedo y al Dr. Gustavo Alejandro Rodríguez Montes de Oca, por sus acertadas sugerencias.

Al posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Dr. Javier Alonso Romo Rubio, Dra. Idalia Enríquez Verdugo y a M.V.Z. Gabriela Juárez Cruz.

A todos los compañeros de la generación 2011-2013 de la Maestría en Ciencias Agropecuarias.

Y a todos los compañeros y amigos de la Facultad de Ciencias del Mar, muchas gracias, en especial a los que junto conmigo trabajamos en el Proyecto del Nacho del Valle, a Guillermo Rodríguez, Oswaldo Morales, Israel Castro, Luis Alberto Aguilar, Graciano Valenzuela, Hipólito Galaviz, Trinidad Montoya, a todos los que muestreamos en la playa “Botadero” y La Boca de Tonalá en Chiapas.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	x
ABSTRAC	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES.....	4
III.HIPÓTESIS.....	6
IV.OBJETIVOS.....	6
4.1. Objetivo General	6
4.2. Objetivos Específicos	6
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
5.1. Área de estudio	7
5.2. Trabajo de campo	10
5.3 Trabajo de laboratorio	12
5.4. Análisis de datos	12
5.4.1. Abundancia relativa de postlarvas	12
5.4.2. Variación estacional	12
5.4.3. Variación interanual.....	13
VI.RESULTADOS.....	14
6.1. Zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sinaloa	14
6.1.1. Variables ambientales.....	14
6.1.2. Abundancia de postlarvas	19
6.1.3. Correlaciones cruzadas entre la abundancia de postlarvas con algunas de las variables ambientales	24
6.1.4. Variación estacional	29
6.1.4.1. Variables ambientales	29
6.1.4.2. Abundancia estandarizada de postlarvas	31
6.1.4.3. Análisis de regresión	33
6.1.5. Variación interanual.....	35

6.1.5.1. Variables ambientales	35
6.1.5.2. Abundancia de postlarvas	36
6.2. Zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.	38
6.2.1. Variables ambientales.	38
6.2.2. Abundancia de postlarvas	42
6.2.3. Correlaciones entre la abundancia de postlarvas con algunas de las variables ambientales.....	46
6.2.4. Variabilidad estacional	51
6.2.4.1. Variables ambientales	51
6.2.4.2. Abundancia estandarizada de postlarvas	52
6.2.5. Variabilidad interanual.....	53
6.2.5.1. Abundancia de postlarvas	53
VII. DISCUSIONES.....	55
VIII. CONCLUSIONES.....	64
IX. LITERATURA CITADA	65

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla		Página
I	Resultados de los análisis de regresión múltiple de las abundancias estandarizadas de postlarvas con algunas de las variables ambientales.	34

Figura		Página
1	Localización geográfica de las áreas de estudio: (a) Zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sin.; y (b) zona litoral adyacente a la Boca de Tonalá, Chiapas.	9
2	Estructura de la red utilizada para los arrastres de zooplancton en la zona litoral.	11
3	Perfil de la zona litoral	11
4	Anomalías diarias de temperatura ambiente en la Estación Meteorológica de Mazatlán, Sinaloa. De enero de 1985 a diciembre de 1995.	14
5	Anomalías diarias de presión en la Estación Meteorológica de Mazatlán, Sinaloa; desde enero de 1985 a diciembre de 1995.	15
6	Vientos dominantes mensuales en la Estación Meteorológica de Mazatlán, Sinaloa; desde enero de 1985 a diciembre de 1995.	16
7	Precipitación pluvial en la Estación Meteorológica de Mazatlán, Sinaloa; desde enero de 1985 a diciembre de 1995.	16
8	Gasto diario del Río Presidio, Mazatlán, Sinaloa; desde enero de 1988 a diciembre de 1994.	17
9	Temperatura del agua y su media móvil en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán,	18

	Sinaloa. De abril de 1988 a marzo de 1995.	
10	Salinidad del agua y su media móvil en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sinaloa. De abril de 1988 a marzo de 1995.	19
11	Porcentaje total de las postlarvas en la zona litoral adyacente al Río Presido, Mazatlán, Sinaloa. De abril de 1988 a marzo de 1995.	20
12	Abundancia relativa de postlarvas de camarones totales en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sinaloa; de abril de 1988 a marzo de 1995.	21
13	Abundancia relativa de las especies de postlarvas de camarones: a) <i>L. vannamei</i> ; b) <i>L. stylirostris</i> ; c) <i>F. californiensis</i> y d) <i>F. brevirostris</i> . En la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sin. De abril de 1988 a marzo de 1995.	23
14	Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa total (ART) con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa.	24
15	Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de <i>L. vannamei</i> con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa.	25
16	Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de <i>L. stylirostris</i> con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa.	26
17	Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de <i>F. californiensis</i> con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa.	27

18	Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de <i>F. brevirostris</i> con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa.	28
19	Promedios mensuales de las variables ambientales temperatura del mar (a), salinidad (b), precipitación (c), gasto del Río Presidio (d), nivel medio de marea (e) y vientos dominantes (f).	30
20	Abundancia estandarizada mensual de postlarvas de camarones: total (a), <i>L. vannamei</i> (b), <i>L. stylirostris</i> (c), <i>F. californiensis</i> (d) y <i>F. brevirostris</i> (e). En la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sin.	32
21	Variación interanual de variables ambientales para verano e invierno en la zona litoral y en le estación meteorológica de Mazatlán, Sinaloa.	36
22	Variación interanual de los periodos de máxima (PMXA) y mínima (PMNA) abundancia relativa de las especies de postlarvas, en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sin.	38
23	Promedio de la temperatura del agua de octubre de 1990 a enero de 1993 en la zona litoral de la Boca de Tonalá, Chiapas.	39
24	Promedio de la salinidad de diciembre de 1990 a enero de 1993 en la zona litoral de la Boca de Tonalá, Chiapas.	40
25	Vientos dominantes de diciembre de 1990 a enero de 1993 en la región central del Istmo de Tehuantepec.	41
26	Nivel medio de la marea de octubre de 1990 a enero de 1993 para el puerto de Salina Cruz, Oaxaca.	42
27	Porcentajes de la abundancia de postlarvas de camarón de octubre de 1990 a enero de 1993 en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.	43
28	Abundancia relativa de postlarvas de camarón de octubre de 1990 a enero de 1993 en la zona litoral adyacente a la boca de	44

Tonalá, Chiapas.		
29	Abundancia relativa por especie de postlarvas de camarón de octubre de 1990 a enero de 1993 en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.	45
30	Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de <i>L. vannamei</i> con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.	47
31	Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de <i>L. stylirostris</i> con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.	48
32	Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de <i>F. californiensis</i> con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.	49
33	Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de <i>F. brevirostris</i> con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.	50
34	Promedios mensuales de las variables ambientales temperatura del mar (a), salinidad (b), precipitación (c), gasto del Río Pijijiapan (d), vientos dominantes (e) y nivel medio de marea en el Puerto de Salina Cruz (f).	52
35	Abundancia estandarizada mensual de postlarvas de camarones: <i>L. vannamei</i> (a), <i>L. stylirostris</i> (b), <i>F. californiensis</i> (c) y <i>F. brevirostris</i> (d). En la zona litoral adyacente a la Boca de Tonalá, Chiapas.	53
36	Variación interanual de la abundancia relativa de postlarvas, en la zona litoral adyacente a la Boca de Tonalá, Chiapas.	54

RESUMEN

Variabilidad ambiental y su efecto sobre la abundancia de postlarvas de camarón *Penaeidae* en dos zonas del Pacífico mexicano

José Adán Félix Ortiz

Se analizaron datos de abundancia de postlarvas de camarón de la familia *Penaeidae* generados en dos zonas litorales de importancia reproductiva y comercial de la pesquería de camarones en el pacífico mexicano; de abril de 1988 a marzo de 1995 en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sinaloa; y de octubre de 1990 a enero de 1993 en la bocabarra de Tonalá, Chiapas. En el periodo de estudio se encontraron las cuatro especies reportadas para el pacífico mexicano, (*Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris*, *Farfantepenaeus californiensis* y *F. brevisrostris*). Para conocer la variación estacional de abundancia de postlarvas los datos fueron estandarizados (valor z) y se promedió para cada mes. *L. vannamei* tuvo valores z por arriba de cero de junio a octubre; *F. californiensis* de agosto a noviembre; *L. stylirostris* y *F. brevisrostris* en junio, septiembre y octubre; para la zona litoral adyacente al río Presidio, Mazatlán, Sinaloa. Mientras que para la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas; *L. vannamei* y *F. californiensis* presentan valores z por arriba de 0 los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre. En los análisis de correlación con algunas variables ambientales, se encontraron correlaciones significativas entre la temperatura y las cuatro especies de postlarvas ($P < 0.05$), de las cuales solo con *L. vannamei* fue altamente significativo ($r = 0.884$; $P = 0.000$), la precipitación tuvo correlación altamente significativa con *L. vannamei* ($r = 0.887$; $P = 0.000$), para la zona litoral adyacente al río Presidio, Sinaloa. Las principales especies que presentan correlaciones negativas significativas con la temperatura y la componente meridional del viento son *L. vannamei* y *F. californiensis*, lo anterior para la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas. Se concluye que la variabilidad estacional en los factores ambientales es la que determina la estacionalidad en la abundancia de postlarvas en la zona litoral del sur de Sinaloa. Mientras que en la zona litoral de Tonalá, Chiapas, los eventos climáticos son las que determinan la variabilidad de la abundancia de postlarvas en esta región.

Palabras clave: abundancia, postlarvas, zona litoral y variabilidad

ABSTRAC

Environmental variability and effect on shrimp postlarval abundance in two Mexican Pacific zones

José Adán Félix Ortiz

Abundances of shrimp postlarval data of two important reproductive and economic littoral zones of Mexican Pacific were analyzed. Once set of data elapsed from April 1988 to March 1995 in littoral zone next to delta of Presidio River, at Mazatlan, Sinaloa and other set of data come from October 1990 to January 1993 and were taken in littoral zone next to mouth of Mar Muerto bay at Tonalá Chiapas. Four species registered for Mexican Pacific were found; *Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris*, *Farfantepenaeus californiensis* y *F. brevisrostris*. Standardized (Z value) average monthly data were analyzed in order to know seasonal variability. At Littoral zone next delta Presidio River, z values upper to zero of *L. vannamei* were registered from June to October, from august to November for *F. californiensis*, and in June, September and October for *L. stylirostris* y *F. brevisrostris*. At littoral zone next to mouth of Mar Muerto bay, z values upper to zero of *L. vanamei* y *F. californiensis* were registered in January, February, November and December. Correlations between temperature and larval abundance in littoral zone next Presidio river were significant ($P < 0.05$) for the four species, but in *L. vannamei* was highly significance ($r=0.884$; $P < 0.001$). Highly significance correlation between larval abundance of *L. vannamei* and rains was obtained too ($r=0.887$; $P=0.000$). Larval abundances of *L. vannamei* y *F. californiensis* in Mar Muerto bay had negative correlation with temperature and wind southern component. In conclusion, environmental variability influences shrimp seasonal postlarval abundance in south of Sinaloa, but climatic events in Chiapas.

keywords: abundance, postlarvae, littoral zone and variability

I. INTRODUCCIÓN

La producción camaronera mundial, tanto de captura como de cultivo, es de aproximadamente 6 millones de toneladas, de las cuales alrededor del 60 por ciento entra en el mercado mundial. En términos de valor, el camarón es hoy el producto pesquero comercializado internacionalmente más importante (Guillet, 2010). En México, la pesca constituye una fuente importante de alimentos no sólo a nivel nacional sino también a nivel mundial. El Camarón por su volumen se encuentra posicionado en el segundo lugar de la producción pesquera en México; sin embargo, por su valor, lo encontramos en el primer lugar (CONAPESCA, 2011). En lo que respecta a la pesquería del camarón en el Pacífico mexicano, ésta es una actividad importante en la economía nacional según el anuario estadístico de CONAPESCA (2011), en esta región se captura más del 88%; de las cuales, las mayores capturas se obtienen en el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec. Las principales especies que se capturan son: camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), azul (*L. stylirostris*), café (*Farfantepenaeus californiensis*) y rojo o cristal (*F. brevisrostris*).

En la década de los noventa cuando se intensificó la camaronicultura, la captura comercial se realizaba prácticamente durante todo el ciclo de vida: adultos, reproductores, postlarvas y juveniles, principalmente en el camarón blanco y azul, especies cultivadas en estanquerías. Las artes de pesca varían según su estadio de vida, los adultos y reproductores se capturan por medio de embarcaciones arrastreras en la plataforma continental; los juveniles en bahías y zonas estuarinas con chinchorros, atarrayas y artes fijas (tapos); y las postlarvas con chayos (redes manuales pequeñas) en frentes de playa y en estuarios.

Todos los miembros conocidos de la familia *Penaeidae* tienen un ciclo de vida similar: estadios larvarios planctónicos, incluyendo nauplios, protozooeas, mysis y postlarva, seguidos por juveniles y adultos (Dall et al. 1990). La gran diferencia entre los géneros se encuentra en el hábitat preferido por las postlarvas, juveniles y adultos, ya sea en los estuarios o lagunas costeras, plataforma continental o zona oceánica.

Dall et al. (1990), describió cuatro tipos de ciclos de vida de los camarones peneidos. El tipo 1, ciclo de vida totalmente estuarino; tipo 2, la vida adulta y la fase

reproductiva se lleva a cabo en un hábitat oceánico-costero. Las hembras expulsan los huevos en el medio marino donde alcanzan los cuatro estadios larvales. Las postlarvas de las especies que presentan este ciclo de vida utilizan los estuarios o lagunas costeras para asentarse hasta la etapa juvenil, para luego migrar hacia el mar en el estadio de preadulto. En el ciclo de vida de tipo 3, los adultos y las larvas ocupan un hábitat completamente oceánico, las postlarvas y juveniles habitan en la zona costera. En el ciclo de vida tipo 4, las especies son totalmente oceánicas.

El ciclo de vida de los camarones peneidos del Pacífico mexicano, todas las especies están estrechamente ligadas a la zona costera, pero de manera específica, *L. vannamei* y *L. stylirostris* son altamente dependientes de los ambientes estuarinos o lagunares, a los que ingresan en el estadio de postlarva y permanece en su interior hasta alcanzar la fase preadulto cuando sale de ellos y se incorpora a la población marina en donde se reproduce; mientras que el ciclo de las dos especies restantes *F. californiensis* y *F. brevisrostris* transcurre en su mayor parte en el área marina (Ramos Cruz y Ramos Santiago, 2006).

Cuando se lleva a cabo el desove en altamar, los huevos y primeros estadios de larvas son transportados y dispersados en las zonas de desove. La distribución espacial de las larvas y postlarvas está en función de procesos hidrodinámicos y biológicos tales como: marea, corriente litoral, comportamiento migratorio que causan el transporte y dispersión de éstas a la zona litoral (Rothlisberg y Church, 1994; Rothlisberg et al., 1996). Los mecanismos de transporte de las larvas de camarones hacia la línea de costa son aun controversiales, algunos estudios sugieren que la migración es pasiva y que usan las corrientes residuales como medio de transporte (Galindo Bect et al., 2010). Las postlarvas se concentran en las regiones litorales adyacentes a los estuarios y con mecanismos físicos y genéticos inician la migración a los sistemas estuarinos. Las más altas migraciones ocurren durante la pleamar, ya que las postlarvas utilizan la marea para introducirse a los estuarios, en los flujos de marea se suspenden en la columna de agua y son transportadas por las corrientes de marea y en el reflujó descienden al fondo para evitar que sean regresadas al mar (Hughes, 1969; Rothlisberg y Church, 1994).

En este trabajo se analizó la abundancia de postlarvas en dos zonas litorales del Pacífico mexicano; la zona litoral adyacente a la desembocadura del río Presidio en Sinaloa y la zona litoral adyacente a la bocanara de Tonalá en Chiapas.

II. ANTECEDENTES

Los camarones Peneidos costeros se encuentran en zonas intertropicales y subtropicales. Los camarones viven la mayor parte del tiempo en zonas influenciadas por deltas, estuarios o lagunas; esto es, sobre fondos que son generalmente fangosos o fango-arenosos, ricos en materias orgánicas (García y Le Reste, 1986). Pertenecen a la familia *Penaeidae*, son crustáceos del orden de los decápodos que incluye varias especies de importancia económica, los miembros de los géneros *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus*, son los camarones comerciales más valiosos.

Para evaluar la temporada de reproducción se han hecho estudios de madurez gonádica y de abundancia de postlarvas. Estos indican que la reproducción se lleva a cabo todo el año mostrando variaciones asociadas a la temperatura (Solís Ibarra et al., 1993; Cabrera Jiménez, 1997). Los estudios sobre abundancia de postlarvas en el Pacífico mexicano se intensificaron por la influencia de la camaronicultura. La tercera parte de la producción acuícola de camarón se concentra en los estados de Sinaloa y Sonora. Estos estudios han sido principalmente para evaluar los periodos de abundancia de postlarvas de camarón blanco (principal especie de cultivo).

En las bocas de los ríos Presidio y Baluarte, que se conectan con el sistema lagunar Huizache-Caimanero es la principal zona donde se han realizado estudios sobre la abundancia de postlarvas de camarones. Los resultados de estos estudios sugieren una variación temporal en la abundancia de postlarvas de camarón blanco, con un periodo de máxima abundancia de julio a septiembre y la mínima abundancia de febrero a abril (Félix Ortiz et al., 1991; Solís Ibarra et al., 1993; Cabrera Jiménez, 1997). El pico de máxima abundancia coincide con temperaturas altas y temporada de inundación del sistema provocado por las lluvias, el incremento en el nivel del mar y el viento con componente sur (Siu Quevedo, 1995; Del Valle y Martín, 1995), La mínima abundancia coincide con la disminución de la temperatura y los eventos de surgencias provocadas por los vientos del noroeste (Cabrera Jiménez, 1997).

En el Golfo de Tehuantepec existen pocos estudios de abundancia de postlarvas en la región litoral. Medina Reyna (1991) llevó a cabo un estudio de distribución espacial en la zona costera y encontró que las mayores abundancias de postlarvas de *P. vannamei* y *P. californiensis* estuvieron concentradas cercas de la boca de Tonalá, Chiapas y en la región de las grandes lagunas en Oaxaca.

Existe información precisa que indica diferentes patrones de abundancia muy específicos en diferentes regiones tanto de México como otros países. Por ejemplo, Cabrera Jiménez et al., (2000). Comentó que mientras que en el Golfo de California el periodo de ausencia es de abril a mayo; en el Golfo de Tehuantepec la reproducción del camarón blanco pudiera ser continua a lo largo del año. Este hecho lo demostraron Aragón Noriega et al. (2012).

Medina Reyna et al., (2003) discutieron los resultados de dos cruceros con distintas condiciones oceanográficas: un evento “Norte” en enero de 1989 y una condición típica de época de lluvias en agosto del mismo año. Encontraron evidencias de arrastre advectivo provocado por la circulación local y su efecto en la distribución de las postlarvas pelágicas de camarón.

Ramos Cruz y Ramos Santiago (2006) en su estudio realizado en frente de playa en Salinas del Marquez, Salina Cruz, Oaxaca, de marzo a junio de 1999 encontró que el 87% de las postlarvas recolectadas correspondió a *Litopenaeus vannamei*.

En estudios oceanográficos, realizados en la parte central del Golfo, sugieren que al presentarse los fuertes vientos del Norte en invierno, su empuje crea un chorro de agua que fluye cientos de kilómetros al Sur. Se forma un giro anticiclónico en la parte Oeste y se cree que otro ciclónico en el Este del Golfo (Trasviña et al., 1995). Estos giros son de suma importancia biológica. Farber Lorda et al. (1994) encontraron que las concentraciones de eufásidos fueron más altas en la cabeza y el lado Oeste del Golfo que en el lado Este. Los giros ciclónicos son ricos en nutrientes;

Ouellet y Lefaire (1994) mencionan que las postlarvas de *Pandalus borealis*, en el Golfo de Saint Lawrence, Canadá, se mantienen en la circulación ciclónica durante el desarrollo de los estadios pelágicos.

III. HIPÓTESIS

La variabilidad estacional de algunos factores oceanográficos físicos y eventos climáticos interanuales influyen en la abundancia de postlarvas de camarones en la zona litoral adyacente a la desembocadura del río Presidio en Sinaloa y la zona litoral adyacente a la bocabarra de Tonalá en Chiapas

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Describir y analizar la variación estacional e interanual de la abundancia de postlarvas de camarones peneidos, en las zonas litorales de la boca del Río Presidio, Sinaloa y la boca de Tonalá, Chiapas.

4.2. Objetivos Específicos

- a).- Estimar la abundancia específica de postlarvas de camarones peneidos en las zonas litorales de la boca del Río Presidio, Sinaloa y la boca de Tonalá, Chiapas.
- b).- Conocer la variación estacional e interanual de la abundancia de postlarvas en las dos regiones de estudio.
- c).- Relacionar la variación estacional de la abundancia específica de postlarvas de camarones peneidos con las variables ambientales (vientos, precipitación, descargas de los ríos, temperatura).

- d).- Relacionar la variación interanual de la abundancia de postlarvas con algunas de las variables ambientales mencionadas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio

El área de estudio comprende dos regiones del Pacífico mexicano de importancia en la pesquería del camarón:

1) Zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio denominada "Playa Botadero". Se encuentra ubicada en la boca del Golfo de California al sur del Estado de Sinaloa, aproximadamente a 35 km al sur de Mazatlán (23° 07' N y 106° 16' O; fig. 1a).

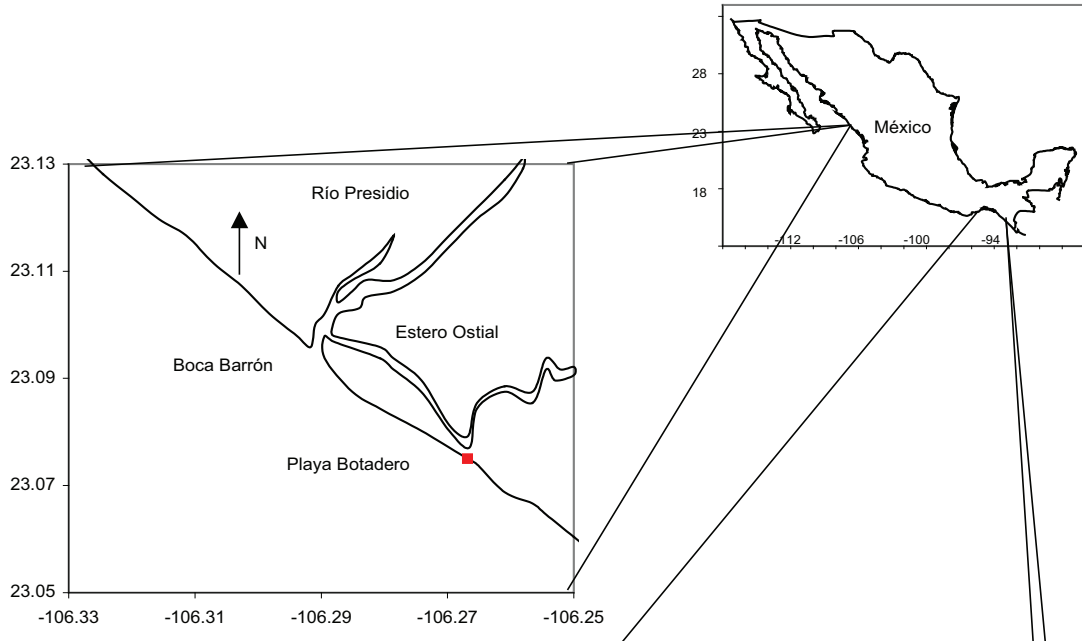
El tipo de clima según la clasificación de Köeppen es definido como semiárido muy cálido, caracterizado por una temperatura anual promedio superior a 22°C y la del mes más frío mayor a 18°C. El régimen de lluvias es marcadamente estacional con 80% del total anual en los meses de julio a septiembre. Los mayores valores de evaporación corresponden a los meses de abril, mayo y junio; su efecto es un factor importante en el balance hidrológico de la laguna al exceder la precipitación directa (Moore y Slinn, 1984). Los vientos predominantes son del Noroeste en invierno y del Suroeste en verano, con velocidades promedios de 2.6 a 3.5 m s⁻¹ con posibles perturbaciones ciclónicas en los meses de junio a octubre (Peraza Vizcarra, 1985).

Las condiciones climáticas del Golfo de California están influenciadas por los patrones de corrientes oceánicas, pertenecientes al sistema ecuatorial (Contra Corriente Norecuatorial y Corriente de Costa Rica) y el giro anticiclónico del Pacífico Norte (Corriente de California). Dos principales patrones de circulación, uno en primavera y el otro en otoño, son descritos por Wyrcki (1966). La boca del Golfo de California está localizada dentro de una región de transición de masas de agua, el clima oceánico del Golfo es sensible a la variabilidad interanual en la circulación de gran escala (Baumtgartner y Christensen, 1985).

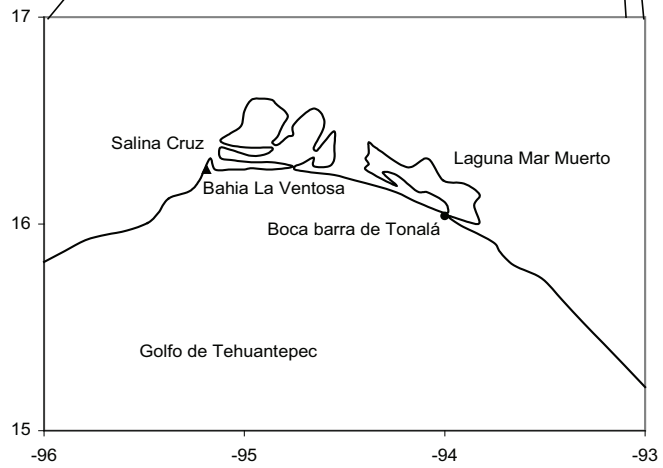
2) Zona Litoral de la Boca de Tonalá. Se encuentra ubicada en el centro del Golfo de Tehuantepec en la parte Suroeste del Estado de Chiapas ($15^{\circ} 59' N$ y $93^{\circ} 59' O$). Es la boca de la Laguna Mar Muerto, que comparte con el Estado de Oaxaca (fig. 1b).

El Golfo de Tehuantepec está situado en la costa sur de México, es sujeto a fuertes e intermitentes vientos del Norte, conocidos localmente como “Nortes”, durante los meses de invierno. La ocurrencia de los “Nortes” está determinada por la topografía de la región. Las montañas de la Sierra Madre se extienden a lo largo de México y Centro América con una elevación máxima promedio de 2000 m. En el Istmo de Tehuantepec la cadena montañosa se ve interrumpida por un paso de 40 km de ancho y de altura promedio de 200 m, “Paso de Chivela”. Cada invierno, las heladas intensas que ocurren en Norte América producen sistemas de alta presión atmosférica que avanza hacia el sur, sobre el Golfo de México. Cuando estos sistemas alcanzan la latitud del Istmo de Tehuantepec, dado que la presión sobre el Pacífico no es afectada, se establece una diferencia de presión a través del Paso de Chivela. Es entonces que se canaliza un chorro intenso de viento frío y seco (Trasviña et al., 1995).

El viento tiene influencia sobre muchos cientos de kilómetros mar afuera. Estos eventos alcanzan velocidades mayores a 20 m s^{-1} con duración de 3 a 4 días (Barton et al., 1993). Su empuje crea un chorro de agua que fluye perpendicular a la costa cientos de kilómetros al sur, el nivel del mar disminuye y la surgencia costera puede reducir la temperatura a casi 10°C en un día y suele ser significativamente diferente a las surgencias costeras inducidas por los vientos que fluyen a lo largo de la costa (Legeckis, 1985).



a).- Zona litoral Adyacente a la Boca Barrón Sinaloa.



b).- Zona Litoral Adyacente a la Boca barra de Tonalá, Chiapas.

Figura 1. Localización geográfica de las áreas de estudio: (a) Zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sinaloa; y (b) zona litoral adyacente a la Boca de Tonalá, Chiapas.

5.2. Trabajo de campo

Los datos se generaron durante el proyecto “Fundamentos para la Reestructuración de las Pesquerías Demersales del Pacífico Mexicano” de la Facultad de Ciencias del Mar de la UAS con la Comunidad Económica Europea, de abril de 1988 a marzo de 1995 para la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio en el sur de Sinaloa (1). Y de octubre de 1990 a enero de 1993 para la boca de Tonalá, Chiapas, en el Golfo de Tehuantepec (2). En ambas estaciones los muestreos se hicieron cada dos semanas en las fases de luna llena y nueva.

La recolecta de postlarvas, en ambas zonas, se realizó con redes de plancton de 0.3 m y 0.1 m, de diámetro de boca y copo, respectivamente, 1.5 m de longitud, y luz de malla de 450 μm ; con un flujómetro General Oceanic, modelo 2030R, en la boca de la red (fig.2). Los arrastres se hicieron cada dos horas; la red se sujetó y se arrastró contra la corriente entre dos personas en la zona de rompientes durante 5 minutos, a lo largo de un transecto paralelo a la línea de playa en donde había una profundidad aproximada de un metro (fig. 3) La velocidad del arrastre fue aproximadamente de 0.5 m s^{-1} . Se registró la temperatura del aire y del agua con un termómetro de cubeta de $\pm 0.5^\circ \text{ C}$ y la salinidad con un refractómetro American Optical de $\pm 1 \text{ UPS}$. El zooplancton recolectado se preservó en formol al 4%.

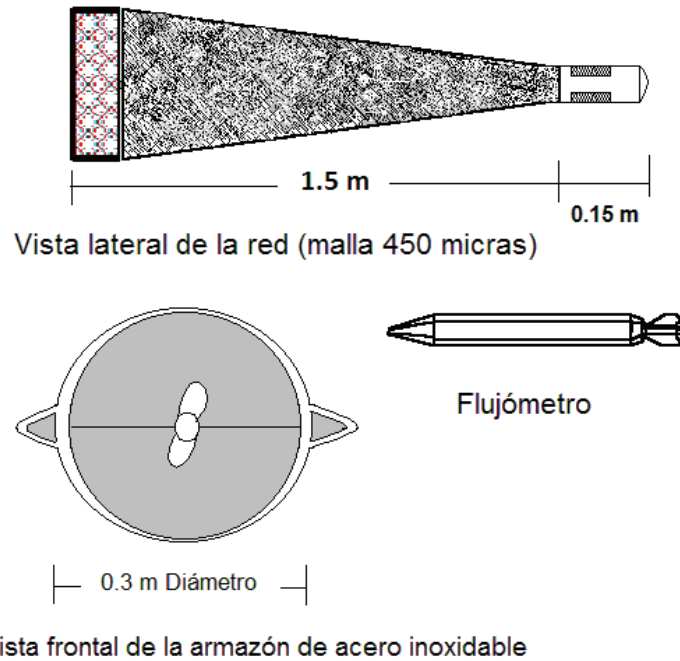


Figura 2. Estructura de la red utilizada para los arrastres de zooplancton en la zona litoral.

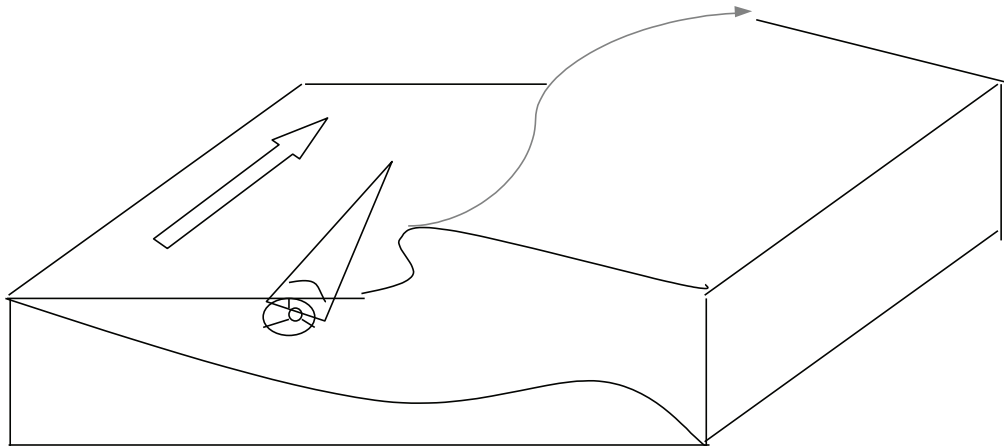


Figura 3. Perfil de la zona litoral

Las variables ambientales como temperatura del aire, precipitación, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, se obtuvieron de la base de datos recopilados por el Grupo de Meteorología de la Facultad de Ciencias del Mar, UAS,

correspondientes a las estaciones Meteorológicas más cercanas a las zonas de estudio. A los datos de la dirección e intensidad de los vientos se les calculó la componente Norte- Sur (v) y la componente Este-Oeste (u). Los registros de marea y el nivel de mar fueron proporcionados por el Grupo de Nivel de Mar del CICESE.

5.3 Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, las postlarvas se separaron visualmente del resto del zooplancton y se identificaron a nivel de especie. La identificación se realizó de acuerdo a las claves de Mair (1979) y Calderón Pérez et al. (1989), con la ayuda de un microscopio estereoscópico.

5.4. Análisis de datos

5.4.1. Abundancia relativa de postlarvas

Se obtuvo la abundancia relativa (AR) de postlarvas ($\text{PL} \cdot \text{m}^{-3}$) para el día de muestreo dividiendo el número de postlarvas entre el volumen filtrado. El cálculo del volumen filtrado se hizo por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen filtrado} = R * A * f \quad (\text{m}^3)$$

donde: R es el número de revoluciones del flujómetro, A es el área de la boca de la red y f es el factor de calibración del flujómetro.

5.4.2. Variación estacional

A los datos de AR de postlarvas, temperatura del mar, salinidad y las componentes u y v del viento se les aplicó una media móvil para obtener las variaciones estacionales e interanuales. Asimismo, se hicieron correlaciones cruzada entre la AR de postlarvas con las variables mencionadas.

Para estimar cuando se presentan los periodos de mayor (PMXA) y menor (PMIA) abundancia los datos de AR de postlarvas fueron estandarizados (valor z) por medio de la siguiente formula:

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

Las abundancias estandarizadas (AE) se promediaron para cada mes obteniendo un año promedio. Lo mismo se hizo con la temperatura del mar, salinidad, precipitación, gasto del río y vientos. Asimismo, se hicieron análisis de correlación con las abundancias estandarizadas y algunas de las variable físicas.

5.4.3. Variación interanual

Una vez conocidos los PMXA y PMIA para cada especie de postlarvas se compararon por cada año con una prueba de análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis (Zar 1984).

Se compararon los periodos de verano e invierno de las variables ambientales con un ANOVA simple, también se realizó una prueba a posteriori de Tukey..

VI. RESULTADOS

6.1. Zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán,

Sinaloa

6.1.1. Variables ambientales

Las anomalías de la temperatura ambiente, de enero de 1985 a diciembre de 1995 en la estación meteorológica de Mazatlán, Sinaloa, presenta un claro ciclo anual con anomalías diarias de cercanas a 4°C en verano con máximas en julio de 1988 y -7°C en invierno con mínimas en enero de 1989. La tendencia de temperatura presenta dos periodo uno de anomalías anuales negativas de 1985 a 1990 con mínimas en 1988 de -0.9 ; y de anomalías anuales positivas de 1991 a 1995 (fig. 4).

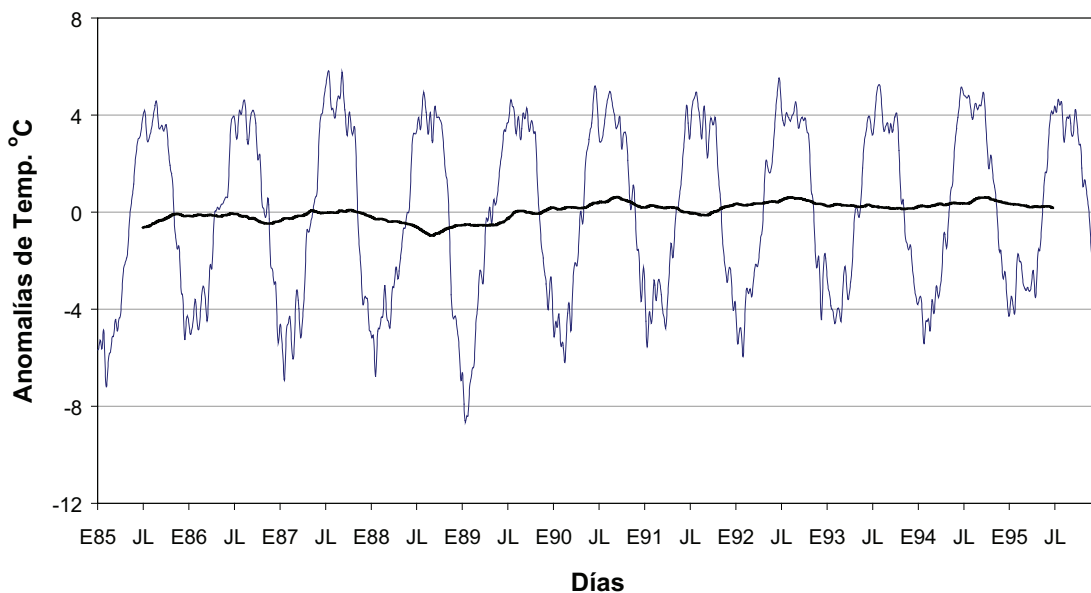


Figura 4. Anomalías diarias de temperatura ambiente en la Estación Meteorológica de Mazatlán, Sinaloa. De enero de 1985 a diciembre de 1995.

La presión también muestra ciclo anual con anomalías arriba de 2 mb en invierno y debajo de -3 en verano con excepción de 1991 las cuales estuvieron en alrededor de -2 mb. La tendencia anual de las anomalías de presión muestra las más altas (superiores a 1mb) en 1993 (fig. 5).

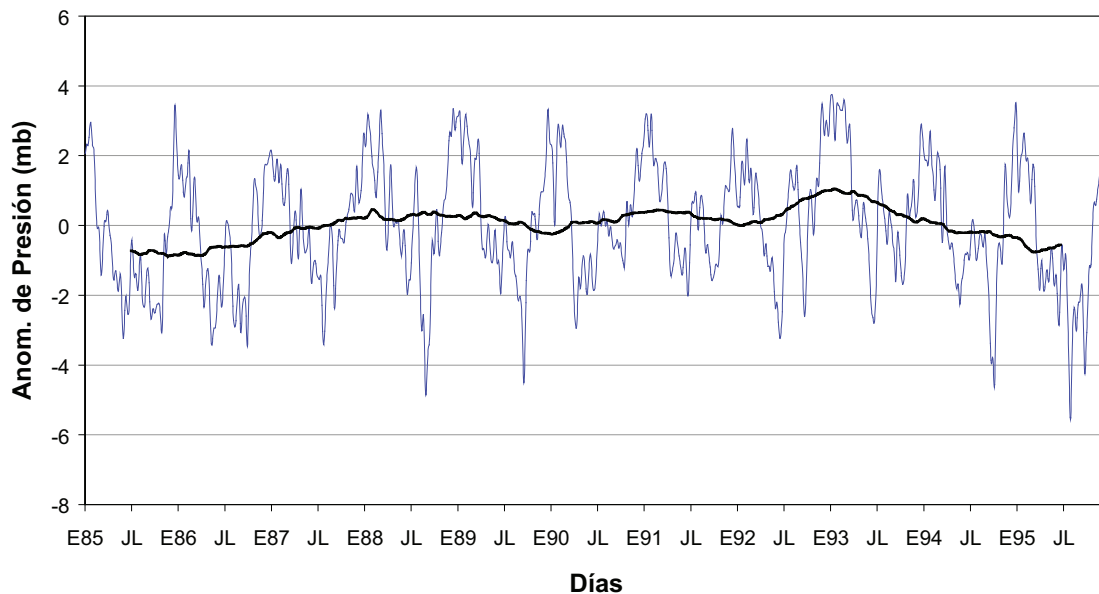


Figura 5. Anomalías diarias de presión en la Estación Meteorológica de Mazatlán, Sinaloa; desde enero de 1985 a diciembre de 1995.

La figura 6 muestra las medias mensuales de los vientos dominantes. En verano los vientos dominantes provienen del Suroeste y en invierno del Noroeste. Cabe destacar que en 1988 y 1989 los vientos dominantes son del noroeste en casi todo el periodo. En todo el periodo considerado los vientos dominantes son prácticamente del noroeste.

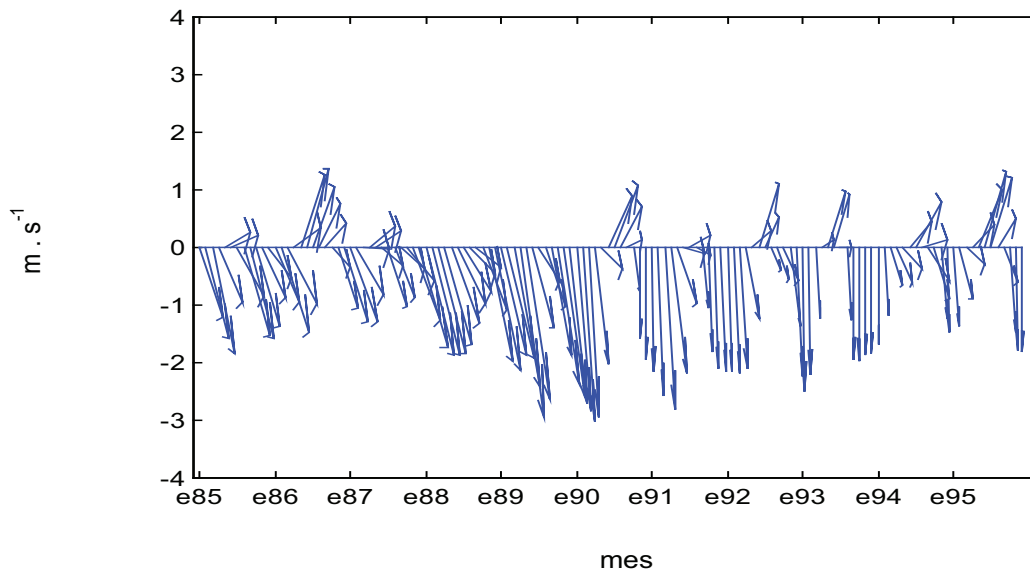


Figura 6. Vientos dominantes mensuales en la Estación Meteorológica de Mazatlán, Sinaloa; desde enero de 1985 a diciembre de 1995.

La precipitación es anual y se presentan en verano, con lluvias mas intensas en julio septiembre. En 1991 las lluvias se extendieron hasta febrero de 1992, mientras que los años de menor precipitación fueron 1987 y 1994 (fig. 7).

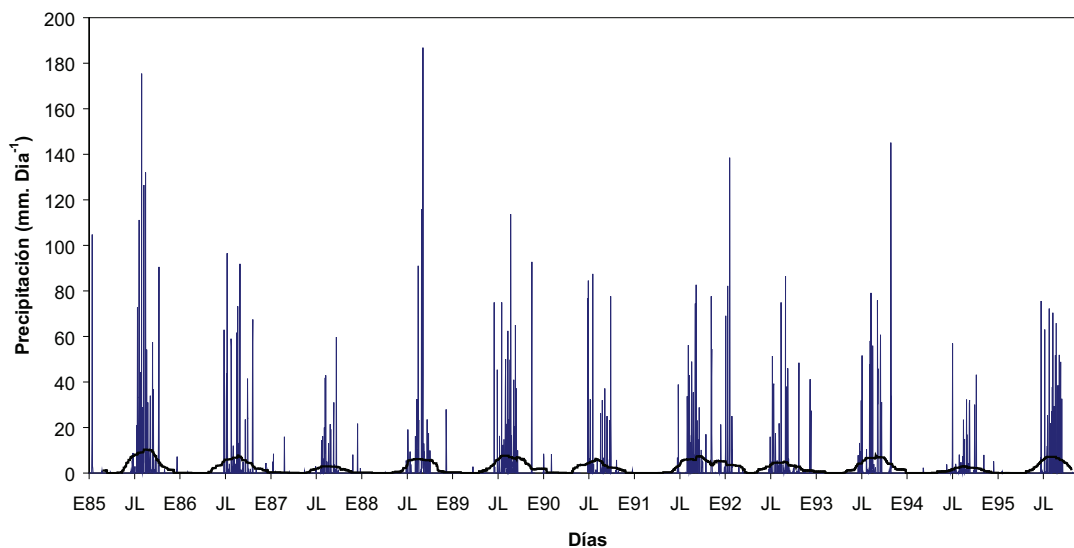


Figura 7. Precipitación pluvial en la Estación Meteorológica de Mazatlán, Sinaloa; desde enero de 1985 a diciembre de 1995.

La figura 8 muestra el gasto del Río Presidio de 1988 a 1994, la cual nos indica que los mayores escurrimientos ocurren de julio a noviembre de cada año excepto en 1991 que se presentaron de diciembre a febrero de 1992. Los menores gastos del río fueron en verano de 1992.

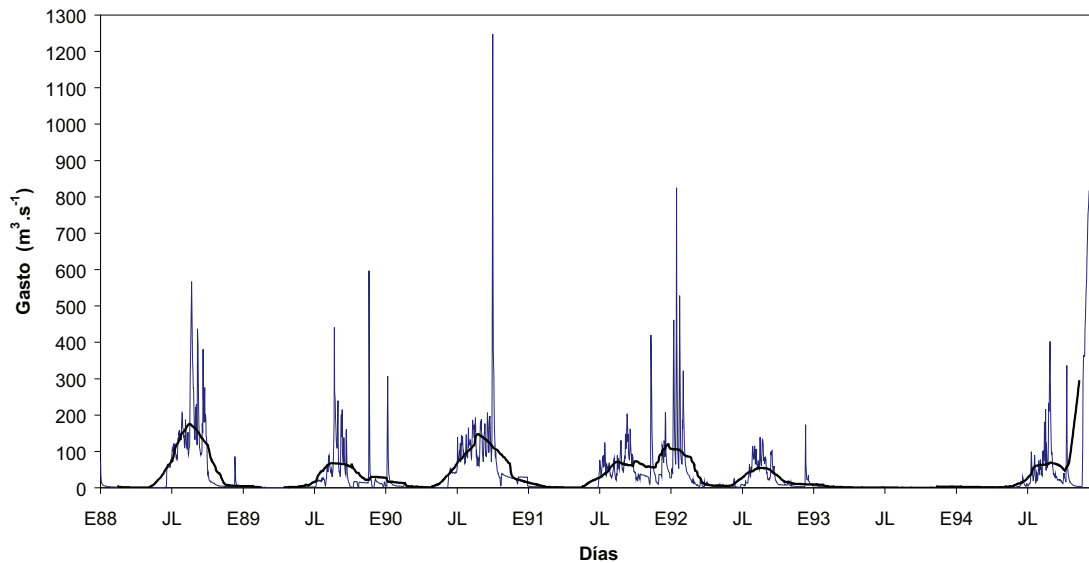


Figura 8. Gasto diario del Río Presidio, Mazatlán, Sinaloa; desde enero de 1988 a diciembre de 1994.

La temperatura superficial del mar presentó variación estacional e interanual, las máximas se presentaron en verano con temperaturas superiores a 28°C y por debajo de 21°C en invierno, con excepción de invierno de 1991-92 que tuvo temperaturas mínimas superiores a 21°C. Las mínimas temperaturas se registraron en invierno de 1988-89 y estuvieron por debajo de 20°C (fig. 9).

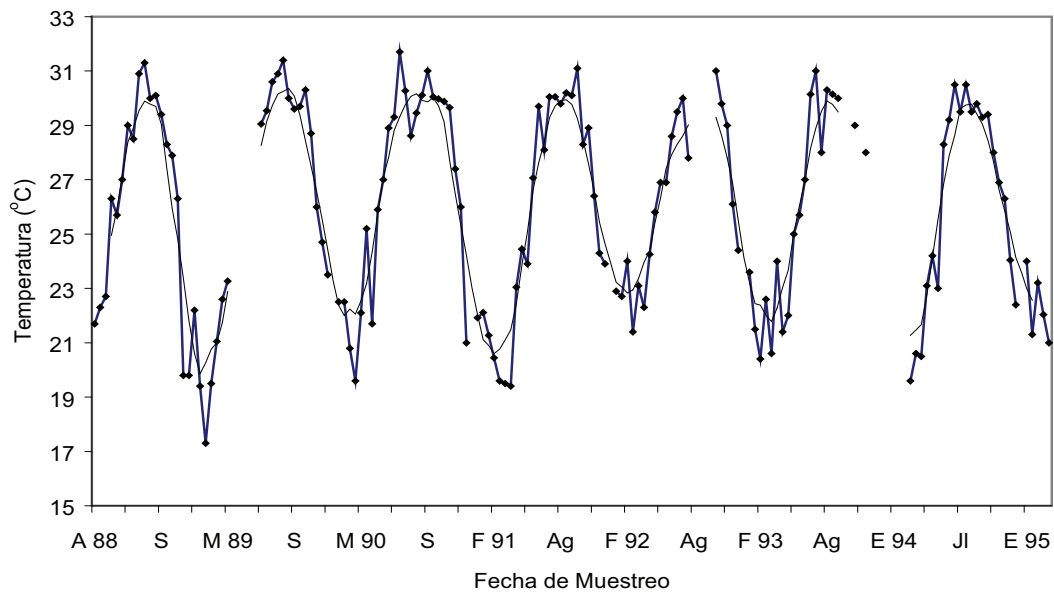


Figura 9. Temperatura del agua y su media móvil en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Rio Presidio, Mazatlán, Sinaloa. De abril de 1988 a marzo de 1995.

La salinidad también presenta variación estacional e interanual. Los promedios diarios de salinidad variaron entre 31 a 35 ups. Las mínimas salinidades estuvieron por debajo de 32 ups y se presentaron en septiembre de 1988, noviembre de 1990 y julio de 1993. En julio de 1991 a marzo de 1992 se presentaron salinidades por debajo de 33 ups y de marzo de 1994 a marzo de 1995 las salinidades estuvieron por arriba de 34 ups (fig. 10).

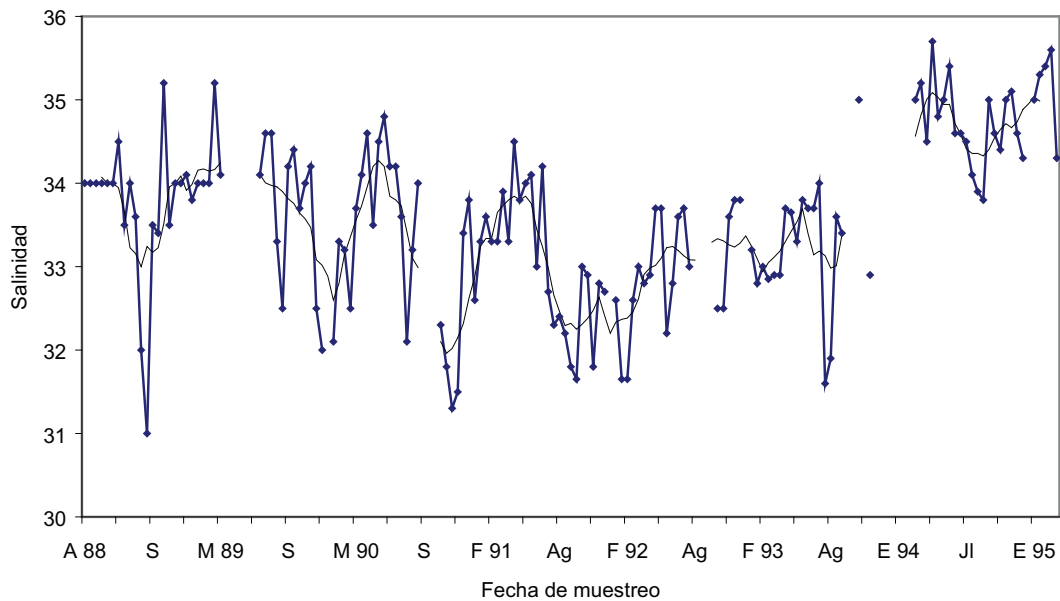


Figura 10. Salinidad del agua y su media móvil en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Rio Presidio, Mazatlán, Sinaloa. De abril de 1988 a marzo de 1995.

6.1.2. Abundancia de postlarvas

Se encontraron cuatro especies de postlarvas de camarones peneidos: *Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris*, *Farfantepenaeus californiensis* y *F. brevirostris*. De las cuales las especies mas abundante fueron *L. vannamei* (40%) y *F. californiensis* (36%); *F. brevirostris* y *L. stylirostris* fueron menos abundantes (18 y 6% respectivamente) (fig. 11).

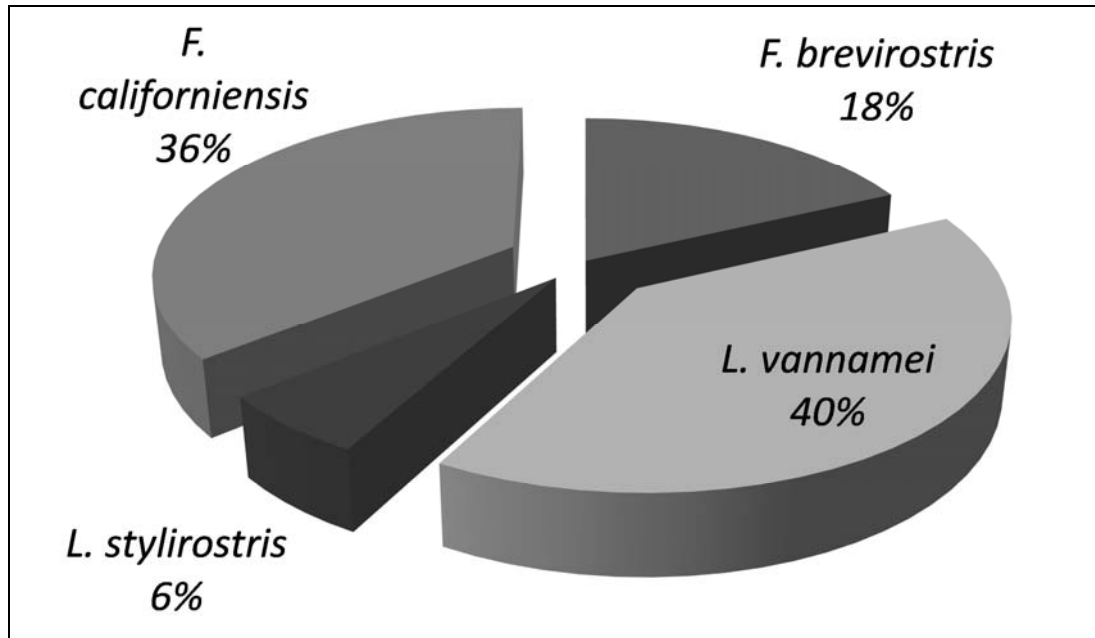


Figura 11. Porcentaje total de las postlarvas en la zona litoral adyacente al Río Presido, Mazatlán, Sinaloa. De abril de 1988 a marzo de 1995.

La abundancia relativa de postlarvas de camarones presenta dos periodos (máxima y mínima abundancia) anuales. El de máxima abundancia se presenta de junio a enero, con picos por arriba de $20 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$ de julio a noviembre y el de mínima abundancia por debajo de $1 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$ de febrero a mayo. El mayor periodo de abundancia postlarvas se presentó de septiembre de 1991 y se mantuvo hasta julio de 1992 con picos en noviembre, febrero y junio (Fig. 12).

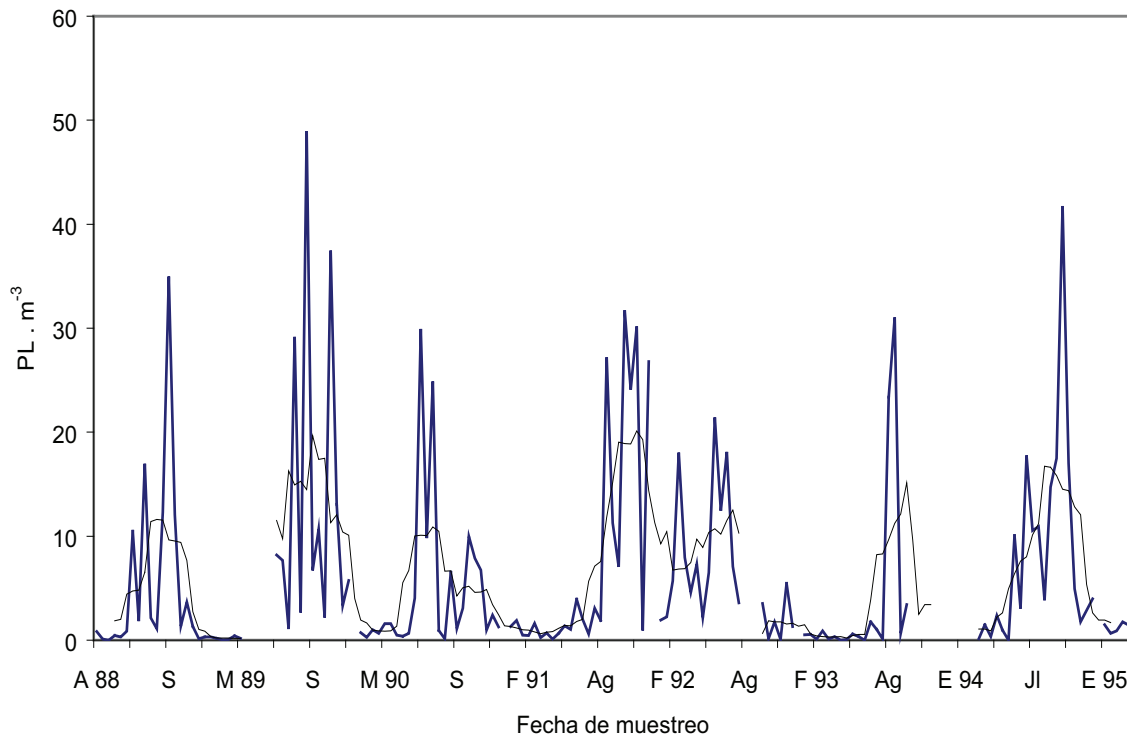


Figura 12. Abundancia relativa de postlarvas de camarones totales en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sinaloa; de abril de 1988 a marzo de 1995.

La abundancia relativa de postlarvas de *L. vannamei* presenta un ciclo anual con presencia de junio a noviembre con picos en julio, agosto y septiembre las máximas abundancia se presentaron en la segunda quincena de agosto de 1989 y en los dos muestreos septiembre de 1992 con 35.0, 32.8 y 36.6 $\text{PL} \cdot \text{m}^{-3}$ respectivamente (Fig. 13a).

Las mayores abundancias de *L. stylirostris* se presentaron de mayo a octubre y generalmente no rebasa las 3 $\text{PL} \cdot \text{m}^{-3}$, con excepción del primer muestreo de junio de 1990 y el segundo muestreo de junio de 1992 con 5.7 y 9.2 $\text{PL} \cdot \text{m}^{-3}$ respectivamente (Fig. 13b).

El periodo de abundancia de *F. californiensis* se presenta de septiembre a noviembre, con excepción de 1989 y 1992 que apareció desde julio con picos por encima de $10 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$ y desde abril a octubre respectivamente. Los picos de máxima abundancia (por arriba de $21 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) se presentaron en el segundo muestreo de octubre de 1989, de octubre a noviembre de 1991 y en el primer muestreo de octubre de 1993 (Fig. 13c).

Mientras que la presencia de *F. brevirostris* fue de mayo a junio y de octubre a noviembre. Los picos de máxima abundancia se presentaron en el segundo muestreo de junio de 1988 ($9.9 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$); en los primeros muestreos de junio y julio de 1990 (15.8 y $10.9 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$) y en el segundo muestreo de diciembre de 1991 con $12.8 \text{ PL}\cdot\text{m}^{-3}$ (Fig. 13d).

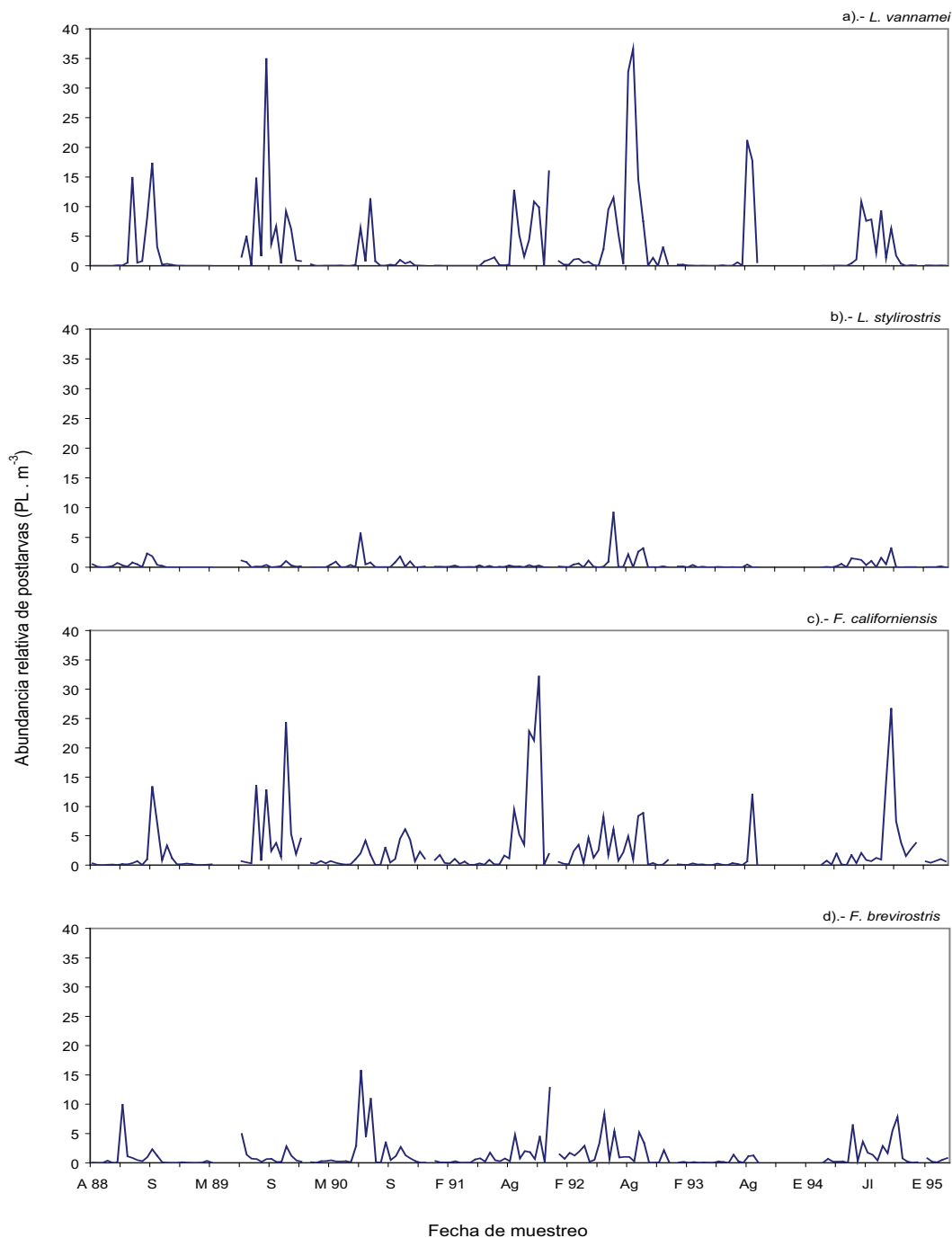


Figura 13. Abundancia relativa de las especies de postlarvas de camarones: a) *L. vannamei*; b) *L. stylirostris*; c) *F. californiensis* y d) *F. brevisrostris*. En la zona litoral adyacente a la desembocadura del Rio Presidio, Mazatlán, Sin. De abril de 1988 a marzo de 1995.

6.1.3. Correlaciones cruzadas entre la abundancia de postlarvas con algunas de las variables ambientales

Se encontraron correlaciones directas entre las postlarvas totales (ART) con la temperatura del agua, el nivel medio de la marea y con la precipitación ($P < 0.05$), las más altas correlaciones se presentaron por encima de $r = 0.6$, mientras que con las demás variables no se encontraron correlaciones importantes (fig.14).

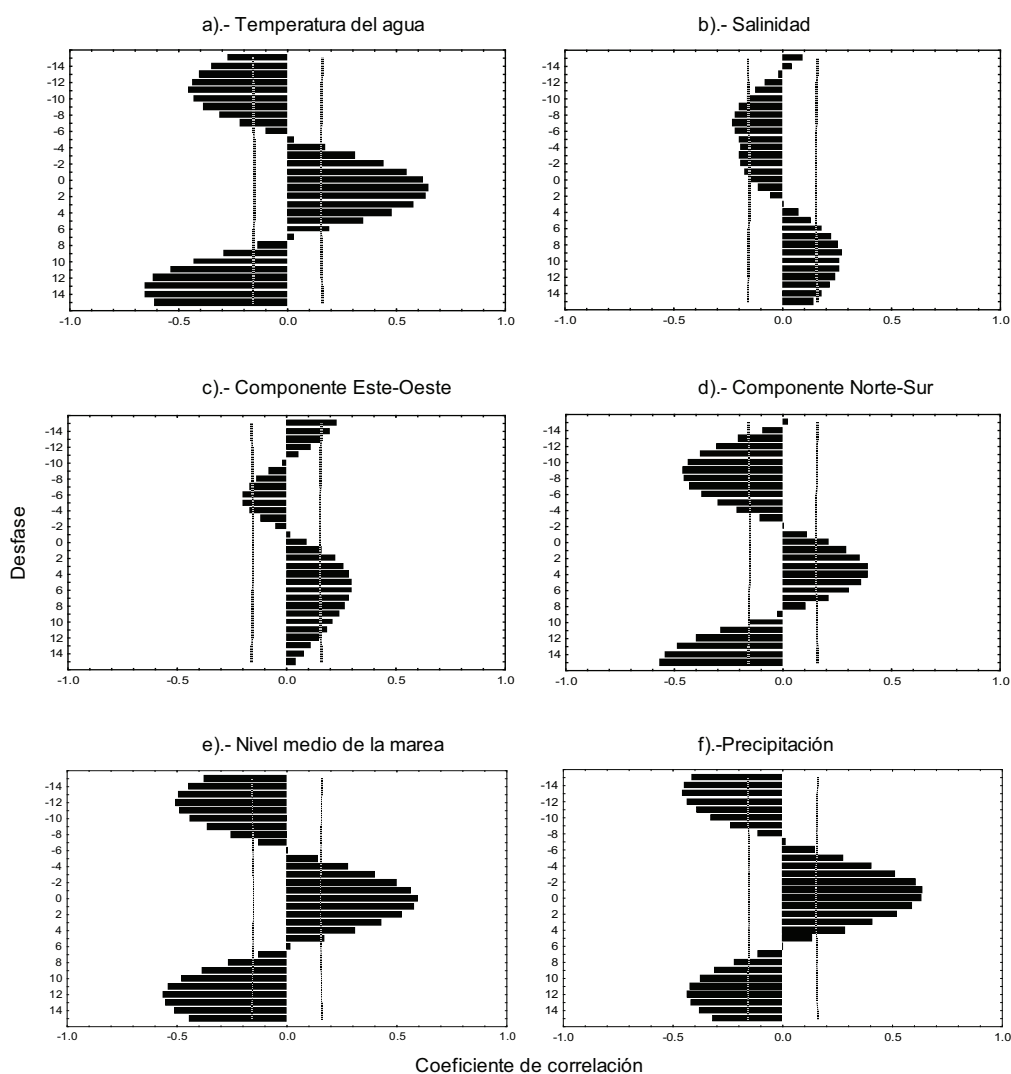


Figura 14. Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa total (ART) con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa.

En cuanto al análisis específico, se encontró una correlación directa entre las postlarvas de *L. vannamei* con la temperatura del agua, el nivel medio de la marea y la precipitación pluvial, sus correlaciones fueron significativas y por encima de $r=0.5$ (fig. 15).

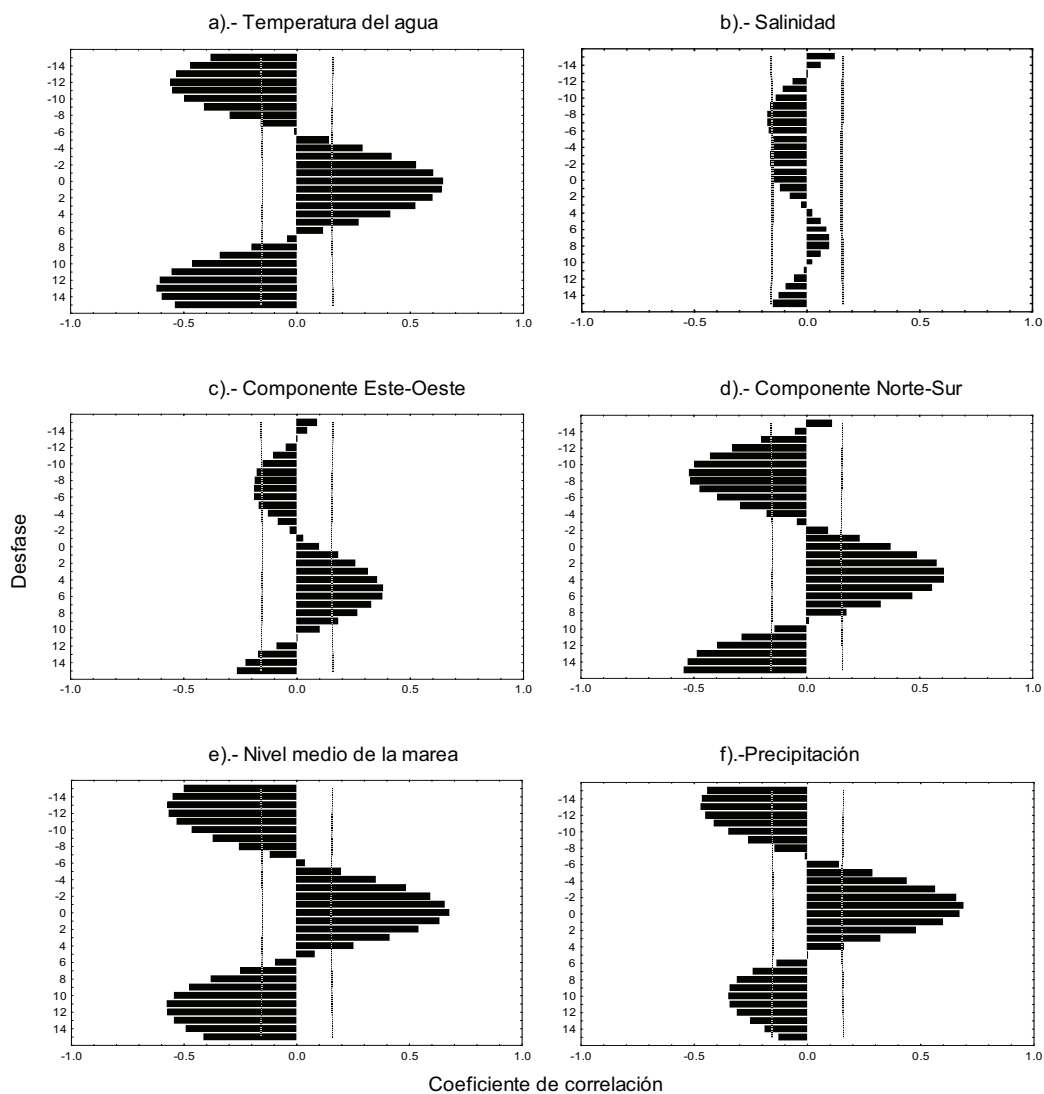


Figura 15. Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de *L. vannamei* con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa.

L. stylirostris solo tuvo correlaciones significativas con la temperatura del agua aunque apenas por encima de $r=0.5$ (fig. 16).

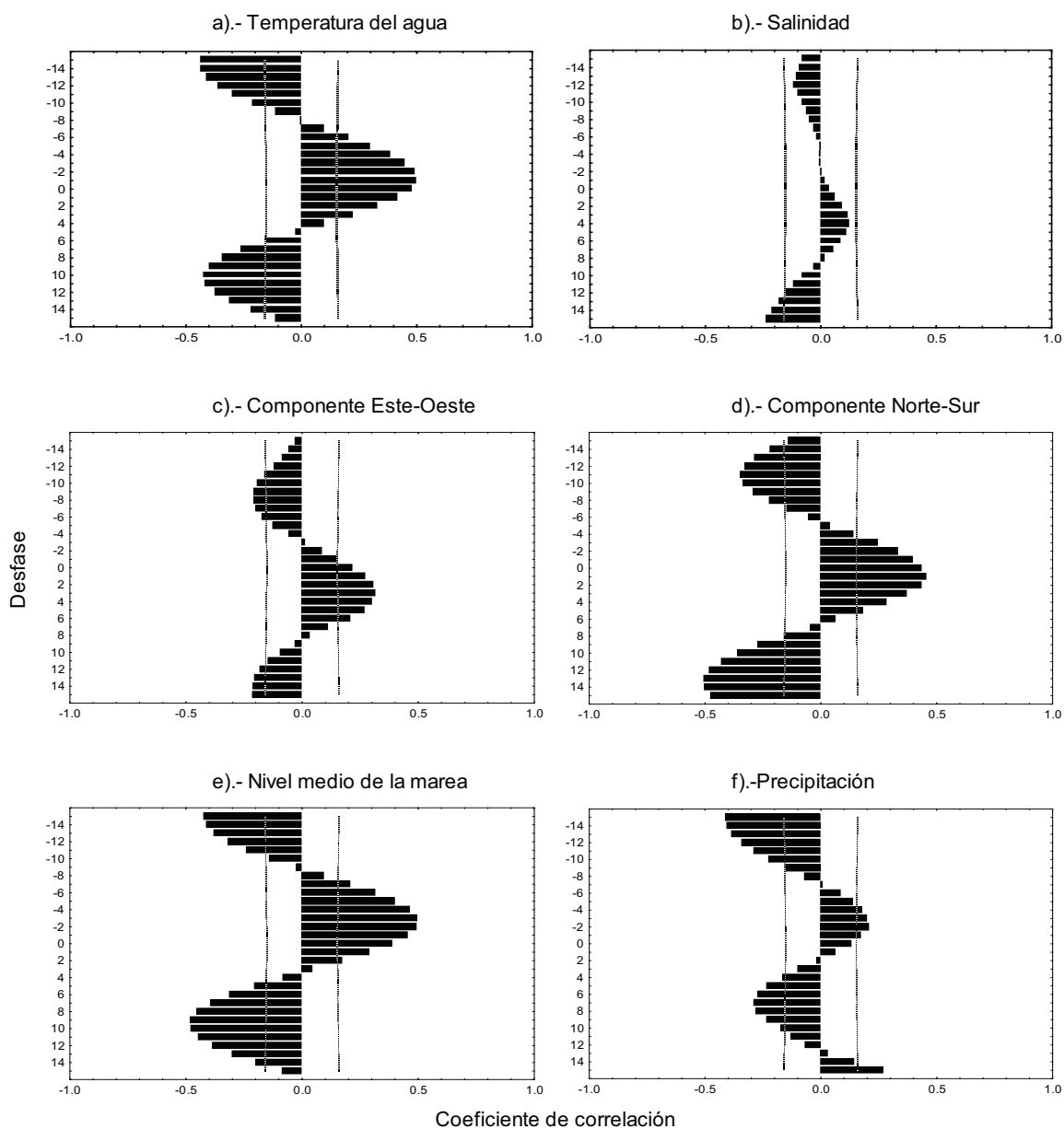


Figura 16. Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de *L. stylirostris* con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa.

Asimismo *F. californiensis* solo presenta correlaciones altas de manera desfasada con la temperatura del agua, con el nivel medio de la marea y con la precipitación (fig. 17).

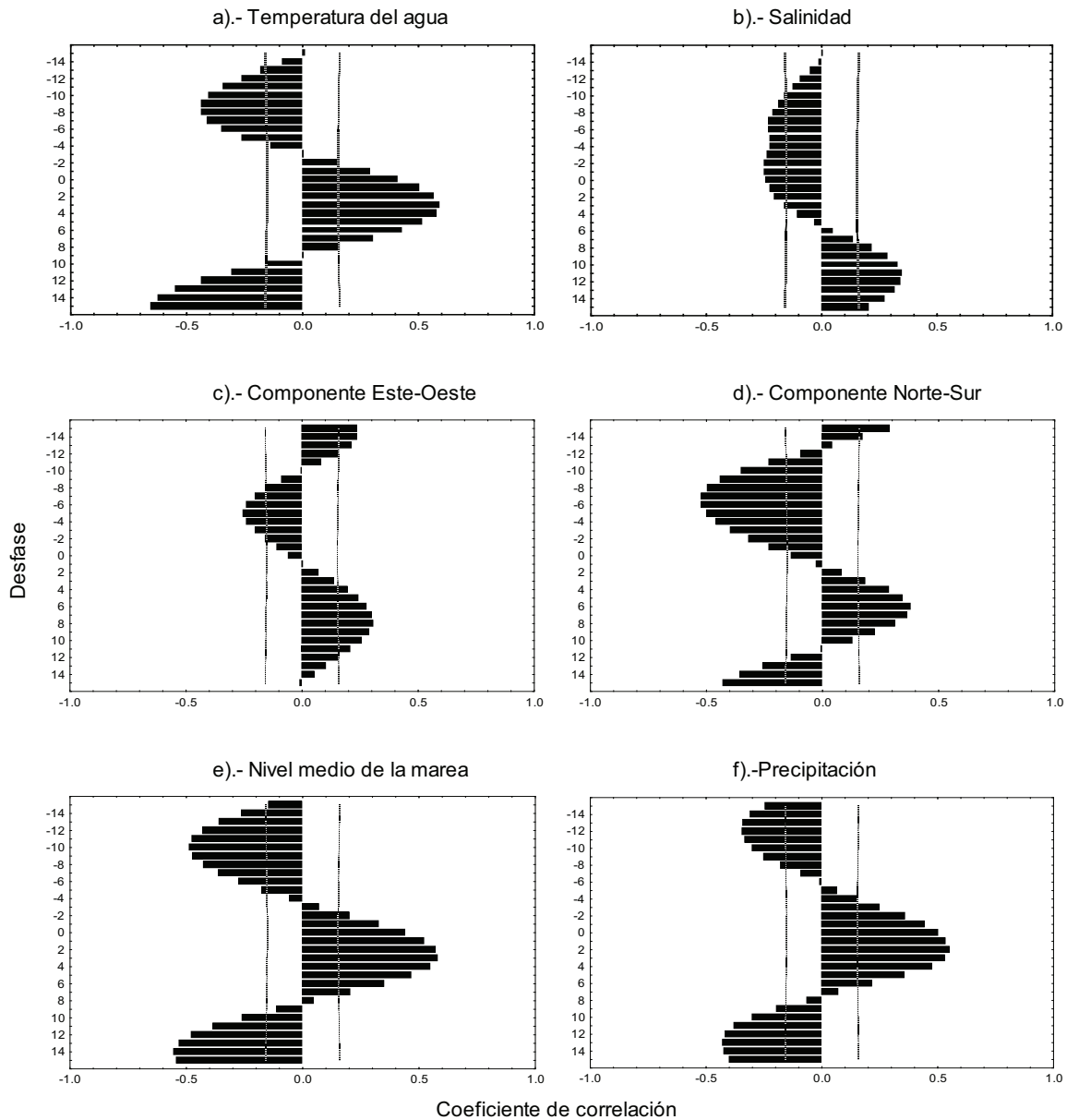


Figura 17. Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de *F. californiensis* con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa.

Mientras que para *F. brevis* presenta correlación directa significativa con la temperatura del agua (fig. 18).

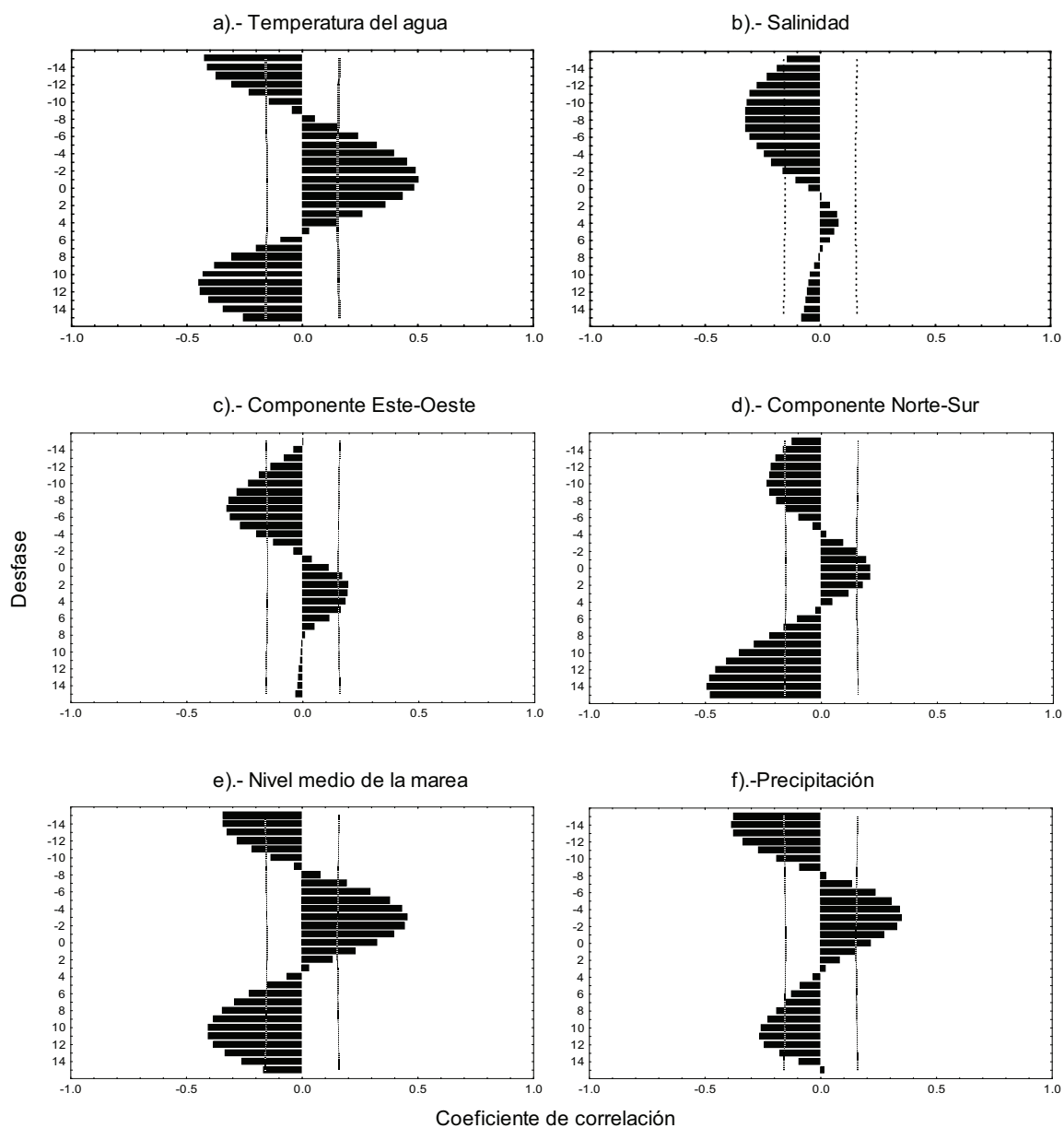


Figura 18. Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de *F. brevis* con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa.

6.1.4. Variación estacional

6.1.4.1. Variables ambientales

La temperatura del mar presenta los valores medios más altos de junio a octubre (29 a 30° C) y las temperaturas medias mínimas de enero a abril (21 a 23° C). Mayo y noviembre fueron los meses de transición (fig. 19a). Mientras que la salinidad también presenta dos periodos uno de salinidades altas de marzo a junio con valores medios cercanos a 34 ups y otro de salinidades bajas de agosto a febrero con valores cercanos a 33.5 ups (fig. 19b).

La precipitación se presenta en los meses de verano con pico máximo en septiembre (250 mm mes⁻¹). La temporada de estiaje de febrero a mayo (fig. 19c). El gasto del Río Presidio presenta los mayores escurrimientos de julio a diciembre con picos entre 120 y 130 m³ dia⁻¹ mes⁻¹ en agosto, septiembre y diciembre (fig. 19d). Los meses de menor escurrimiento fueron de marzo a mayo. Además el nivel medio de la marea presenta las medias mínimas en marzo y abril con valores cercanos a 50 cm, y las medias máximas de julio a septiembre con su más alto nivel en agosto con 79 cm (fig. 19e).

Los vientos dominante son del noroeste de septiembre a abril con magnitudes superiores a 1 m s⁻¹ de noviembre a marzo, y del suroeste en junio y julio con magnitudes cercanas a 0.5 m s⁻¹. Los meses de transición (cambio de dirección) fueron mayo y agosto (fig. 19f).

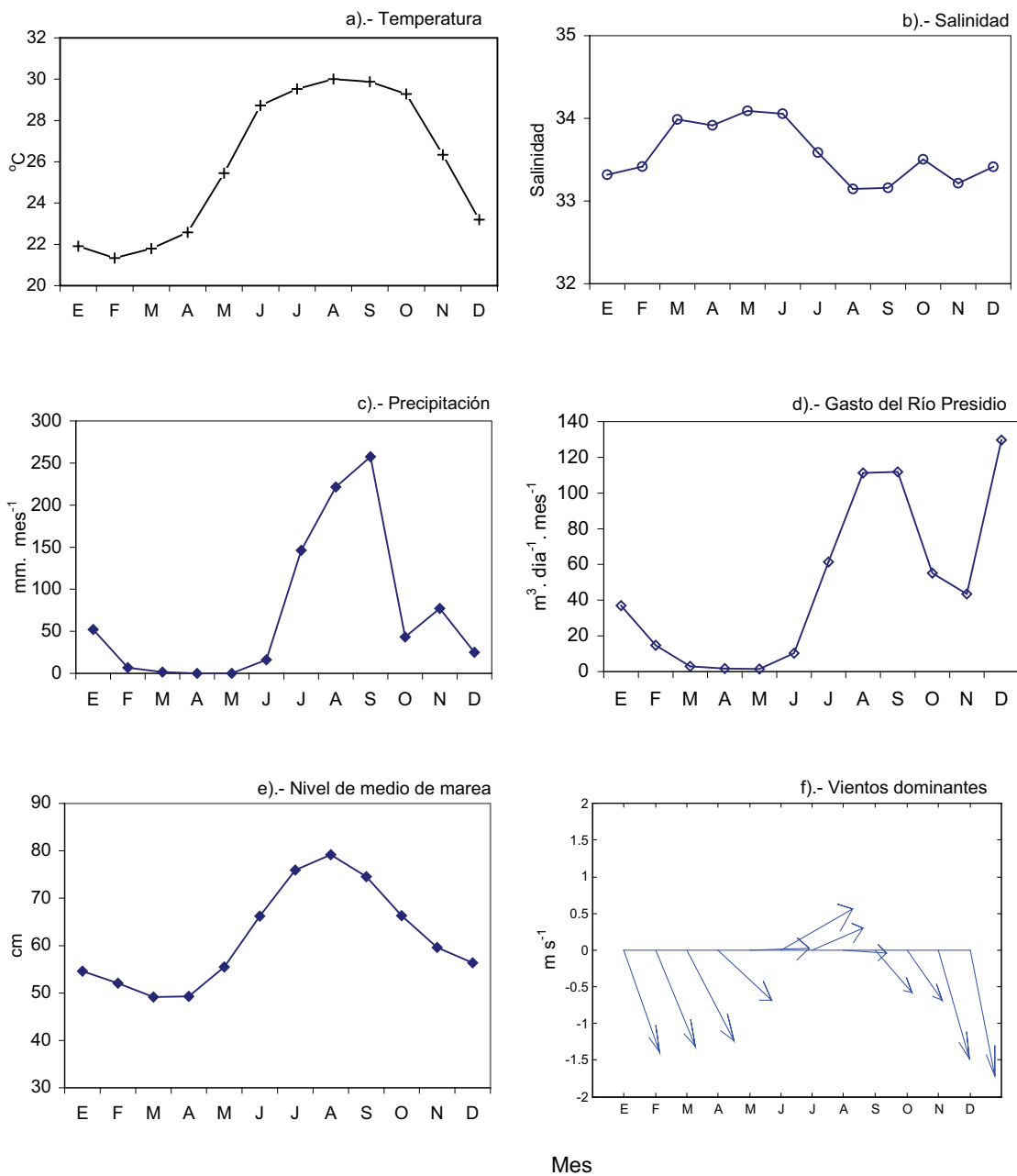


Figura 19.- Promedios mensuales de las variables ambientales temperatura del mar (a), salinidad (b), precipitación (c), gasto del Río Presidio (d), nivel medio de marea (e) y vientos dominantes (f).

6.1.4.2. Abundancia estandarizada de postlarvas

La abundancia estandarizada (valor z) para las postlarvas totales presenta valores por arriba de 0 de junio a octubre y por debajo de 0 de noviembre a mayo. Los más altos valores z se obtuvieron de agosto a octubre con máximo en septiembre con 0.8 y los mínimos en enero y abril con -0.8 y 0.7 respectivamente (Fig. 20a).

En cuanto a la abundancia estandarizada para cada especie, *L. vannamei* muestra valores medios por encima de cero de junio a octubre, los máximos de julio a septiembre con valores z cercanos a 1 y por debajo de cero de diciembre a mayo, los mínimos se observaron de febrero a mayo con valores z menores a -0.5 (figura 20b). Para *L. stylirostris*, se presentaron dos periodos de valores z por arriba de cero, el primero en junio con 1.3 y el segundo de septiembre a octubre (0.7 y 0.5 respectivamente), los mínimos valores z se observaron en diciembre, enero y abril con valores por debajo de -0.5 (fig. 20c). El caso de *F. californiensis* mostró valores z por encima de cero de agosto a noviembre, con máximo valor z de 1.4 en octubre, los valores z por debajo de cero se presentaron de diciembre a julio, (fig. 20d). En tanto que *F. brevirostris* también presenta dos periodos de valores superiores a cero, el primero de mayo a julio con pico medio de 1.5 en junio y el segundo de septiembre a octubre.; Los valores z negativos se observaron de noviembre a abril (fig. 20e).

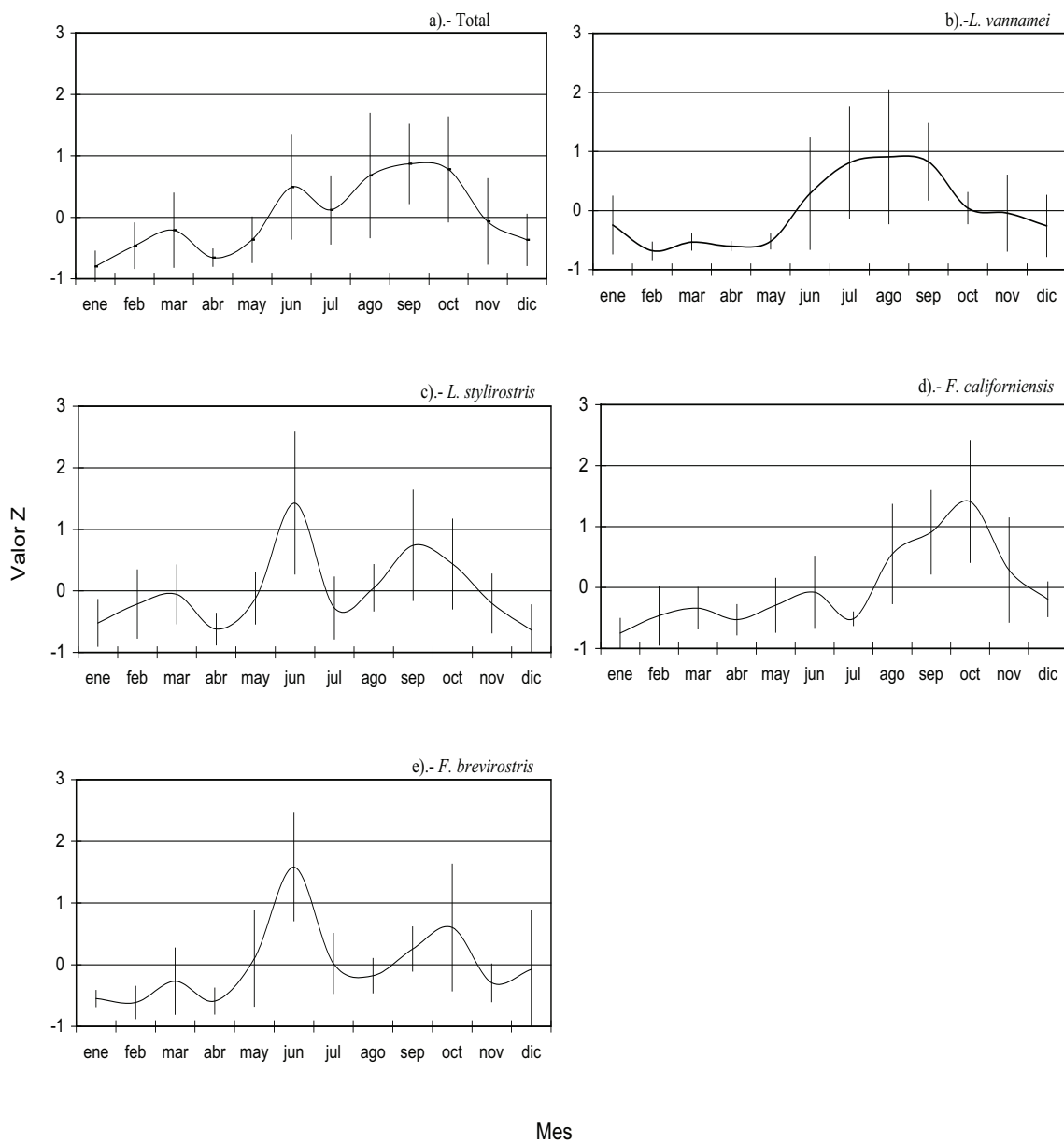


Figura 20. Abundancia estandarizada mensual de postlarvas de camarones: total (a), *L. vannamei* (b), *L. stylirostris* (c), *F. californiensis* (d) y *F. brevirostris* (e). En la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sin.

6.1.4.3. Análisis de regresión

La tabla I muestra los resultados de los análisis de regresión múltiple de las diferentes especies de postlarvas con las variables ambientales consideradas. *L. vannamei* presentó el mejor ajuste lineal significativo ($P < 0.00000$) con la precipitación ($P = 0.0000$) y la componente norte-sur del viento dominante ($p = 0.0002$), además fueron los mejores predictores de la variabilidad con $R^2 = 0.943$ (tabla Ia). Mientras que *L. stylirostris* su mejor ajuste lineal significativo ($P < 0.0119$; $R^2 = 0.728$) lo presentó con la temperatura del agua ($P = 0.0089$), la componente este-oeste del viento dominante ($P = 0.0180$) y la componente norte-sur con $p = 0.0392$ (tabla Ib). El caso de *F. californiensis* se ajustó linealmente ($P < 0.0012$; $R^2 = 0.8489$) con la temperatura del agua ($P = 0.0005$), la precipitación ($P = 0.0274$) y la componente norte-sur del viento dominante con $P = 0.0021$ (tabla Ic). En tanto que *F. brevis* fue la especie que presentó el menor ajuste lineal aunque significativo ($P < 0.01150$; $R^2 = 0.6293$) con la temperatura ($P = 0.0061$) y la salinidad con $P = 0.0392$ (tabla Id).

Tabla I.- Resultados de los análisis de regresión múltiple de las abundancias estandarizadas de postlarvas con algunas de las variables ambientales.

a).- Análisis de regresión: variable dependiente: <i>L. vannamei</i>						
R=0.97093664 R²=0.94271797 R² ajustada=0.92998863						
F(2,9)=74.059 p<0.00000 Error estandar 0.15468						
Ecuacion Y= -0.489 +0.806(X1) + 0.488(X2)						
	Beta	Err. est. de Beta	a	Err. est. de a	t(9)	Probabilidad
Intercepto			-0.489	0.098	-4.968	0.0008
Precipitación	0.806	0.080	0.554	0.055	10.080	0.0000
Comp. Norte-Sur	0.488	0.080	0.375	0.061	6.103	0.0002
b).- Análisis de regresión: variable dependiente: <i>L. Stylirostris</i>						
R=0.85324883 R²=0.72803357 R² ajustada=0.62604616						
F(3,8)=7.1385 p<0.01190 Error estandar 0.36965						
Ecuacion Y= -11.877+ 1.673(X1) + 1.725(X2) - 1.939(X3)						
	Beta	Err. est. de Beta	a	Err. est. de a	t(8)	Probabilidad
Intercepto			-11.877	3.615	-3.285	0.0111
Temperatura	1.673	0.487	0.286	0.083	3.434	0.0089
Comp Este-Oeste	1.725	0.582	2.454	0.828	2.964	0.0180
Comp. Norte-Sur	-1.939	0.787	-1.541	0.626	-2.462	0.0392
c).- Análisis de regresión: variable dependiente: <i>F. californiensis</i>						
R= 0.92138359 R²= 0.84894771 R² ajustada= 0.79230310						
F(3,8)=14.987 p<0.00120 Error estandar 0.29975						
Ecuacion Y= -9.051+ 1.886(X1) - 0.655(X2) - 1.132(X3)						
	Beta	Err. est. de Beta	a	Err. est. de a	t(8)	Probabilidad
Intercepto			-9.051	1.530	-5.917	0.0004
Temperatura	1.886	0.333	0.351	0.062	5.665	0.0005
Precipitación	-0.655	0.243	-0.506	0.188	-2.693	0.0274
Comp. Norte-Sur	-1.132	0.254	-0.979	0.220	-4.449	0.0021
d).- Análisis de regresión: variable dependiente: <i>F. brevirostris</i>						
R= 0.79328562 R²= 0.62930207 R² ajustada= 0.54692475						
F(2,9)=7.6393 p<0.01150 Error estandar 0.41435						
Ecuacion Y= -32.607 + 0.744(X1) + 0.504(X2)						
	Beta	Err. est. de Beta	a	Err. est. de a	t(9)	Probabilidad
Intercepto			-32.607	12.397	-2.630	0.0273
Temperatura	0.744	0.209	0.130	0.036	3.562	0.0061
Salinidad	0.504	0.209	0.872	0.362	2.410	0.0392

6.1.5. Variación interanual

6.1.5.1. Variables ambientales

La figura 21a muestra la variación interanual de la temperatura de verano y de invierno. Aquí se observa que las temperaturas medias de verano estuvieron entre 29 y 30°C, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los años ($F=0.9613$; $p=0.4606$). Sin embargo, en las temperaturas de invierno si se encontró diferencias significativas entre los inviernos ($F=8.2495$; $p<0.00005$), de los cuales, los más fríos fueron 1989 y 1991 con temperaturas medias cercanas a 21°C, y el invierno con temperatura media más altas fue 1992 con 23.5°C.

La salinidad del agua presentó variación interanual entre los veranos e inviernos. El análisis de varianza mostró diferencias significativas tanto en los veranos como en los inviernos ($F=28.7579$; $P=0.0000$ y $F=71.3616$; $P=0000$). Las salinidades mas altas se presentaron en 1989 y 1994 en verano y en invierno (34.4 y 35 ups respectivamente). Asimismo las salinidades más bajas se presentaron en el verano de 1991 y el invierno de 1992 (fig. 21b).

La variación interanual de la precipitación de verano no presentó diferencias significativas entre los veranos ($F=0.3952$; $P=0.8736$), mientras que en invierno el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre los años ($F=2.9306$; $P=0.0416$). En el invierno de 1992 fue el que presentó las mayores precipitaciones (fig. 21c).

En cuanto a los vientos dominantes en verano si se presentó variabilidad interanual ya que en verano de 1990, 1991 y 1994 tuvieron componente del norte. Mientras que en invierno no hubo variabilidad (fig. 21d).

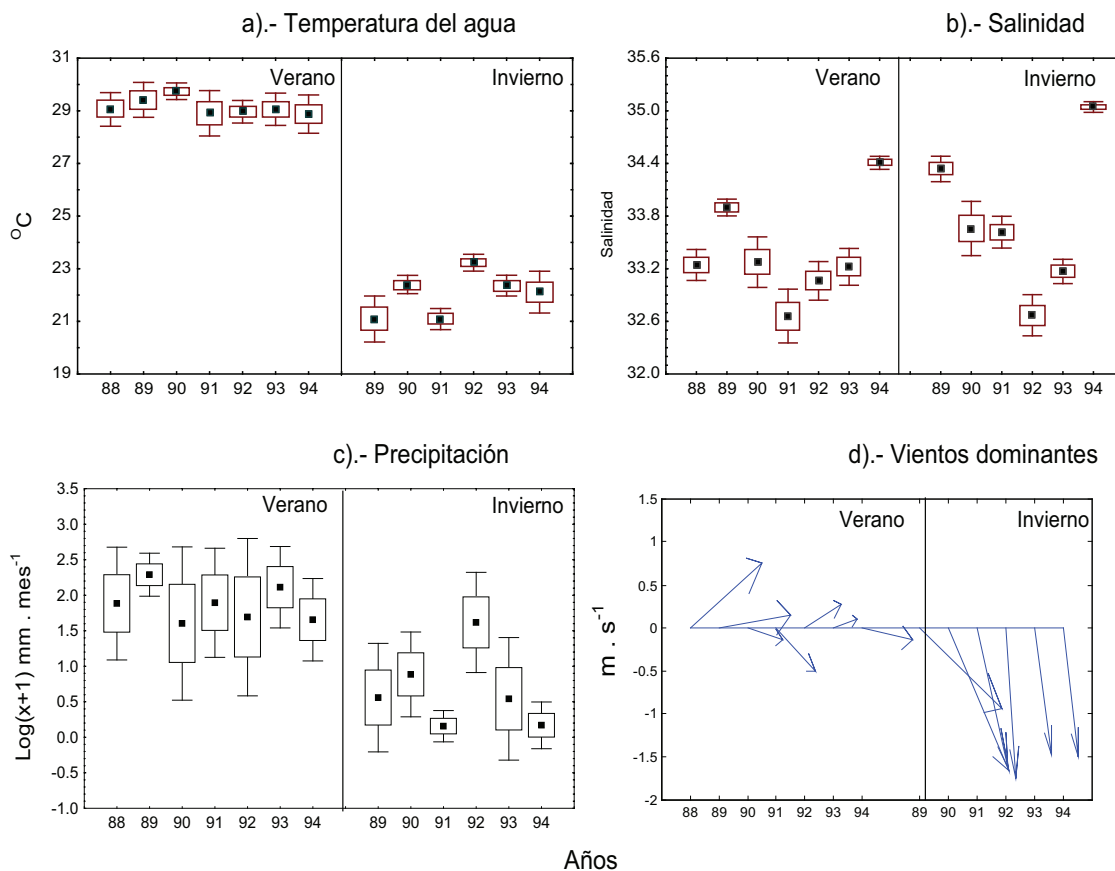


Figura 21. Variación interanual de variables ambientales para verano e invierno en la zona litoral y en la estación meteorológica de Mazatlán, Sinaloa.

6.1.5.2. Abundancia de postlarvas

L. vannamei muestra variación interanual en los periodos de máxima abundancia ($H=26.23476$; $p=0.0002$) y mínima abundancia ($H=31.12844$; $p=0.0000$). En el primer periodo la abundancia de postlarvas en 1989 fue mayor ($6.777 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$) y la menor abundancia se presentó en 1990 ($1.338 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$). Mientras que en el periodo de mínimas abundancias la mayor presencia de postlarvas se dio en 1992 con $1.578 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$ (fig. 22a).

L. stylirostris también muestra variación interanual en los dos periodos. En el periodo de máximas abundancias ($H=51.12320$; $p=0.0000$) la media de abundancia mayor se presenta en 1992 ($0.994 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$) y las mínimas en 1991 y 1993 con $0.127 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$ y $0.063 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$ respectivamente. Mientras que en el periodo de mínimas

abundancias también se encontró diferencias significativas ($H=32.79220$; $p=0.0000$) sobresale 1988-89 con la menor abundancia con $0.005 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$ (fig. 22b).

Asimismo *F. californiensis* se encontró viabilidad interanual en los dos periodos, en el de reproducción ($H=39.49621$; $P=0.0000$) en los años de 1989, 1991 y 1994 siendo 1991 cuando presenta la mayor abundancia con un valor promedio cercano a $8 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$, mientras que en el periodo de mínima abundancia también se encontró diferencias significativas ($H=45.56277$; $P=0.0000$ en el año de 1992 se presentó la mayor abundancia promedio con $2.2 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$ (fig. 22c).

En cuanto a *F. brevirostris* también se encontró variación interanual en los dos periodos analizados. La prueba de Kruskal-Wallis resultó significativa ($H=32.19870$; $p=0.0000$) el máximo promedio se encontró en 1990 con $3.1 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$ y el mínimo en 1993 con un valor promedio de $0.5 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$ para el periodo de máxima abundancia. En el periodo de mínima abundancia también resultó significativa ($H=41.4119$; $P=0.0000$) sobresale el año de 1991 con un promedio de $2.5 \text{ PL} \cdot \text{m}^{-3}$ (fig.22d).

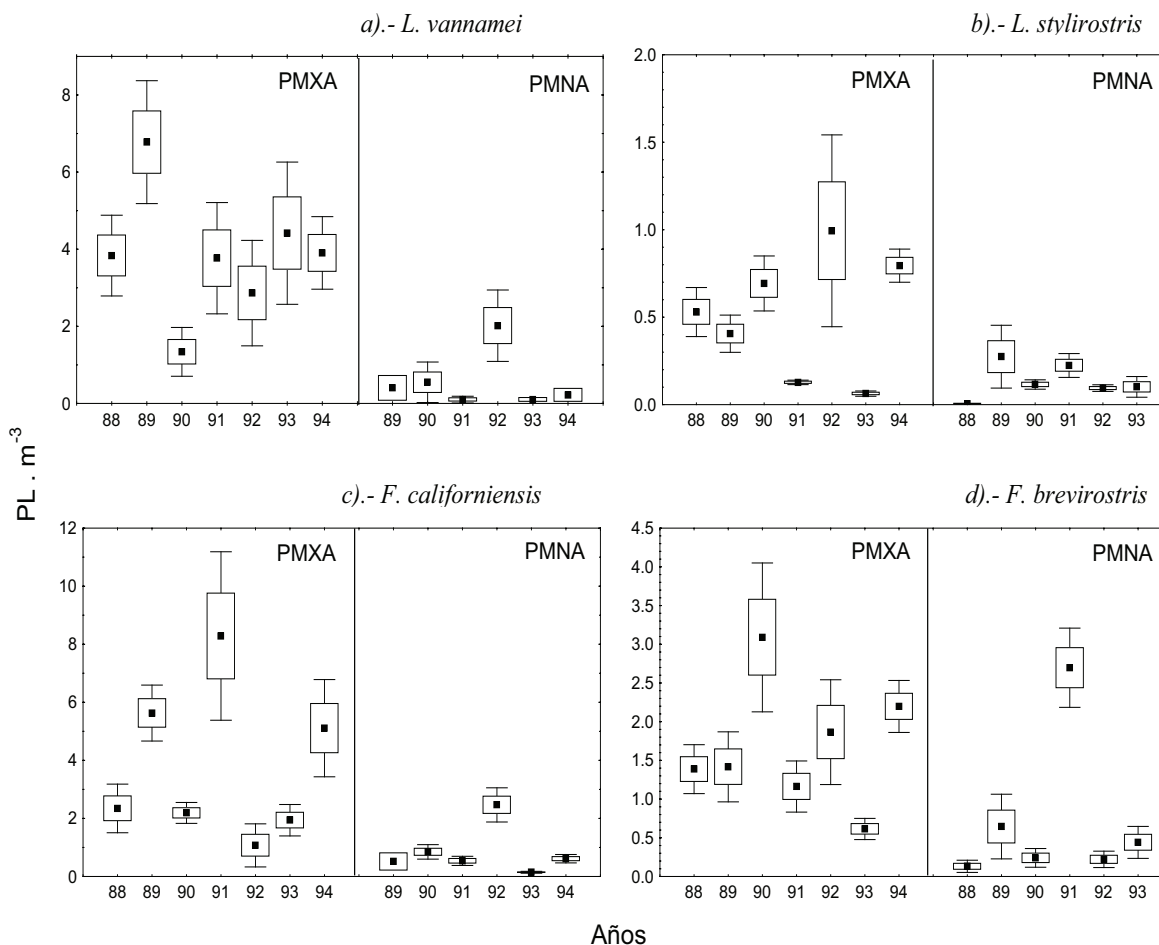


Figura 22. Variación interanual de los periodos de máxima (PMXA) y mínima (PMNA) abundancia relativa de las especies de postlarvas, en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Mazatlán, Sin.

6.2. Zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.

6.2.1. Variables ambientales.

La temperatura del agua presentó un ciclo anual con mínimas en invierno y máximas en verano. La temperatura promedio mínima de $23.4^{\circ}C$ se registró el 17 de noviembre de 1990 y la mas alta $31.4^{\circ}C$ el 12 de junio de 1991. Las temperaturas de invierno fueron mas baja en invierno 1991-1992 que invierno de 1990-1991 y 1992-1993. El 17 de noviembre de 1990 y 2 de mayo de 1991 se presentaron

descensos muy pronunciados en la temperatura media, 23.4°C y 25.6°C respectivamente, debido a eventos climáticos locales conocidos como “nortes” (fig. 23).

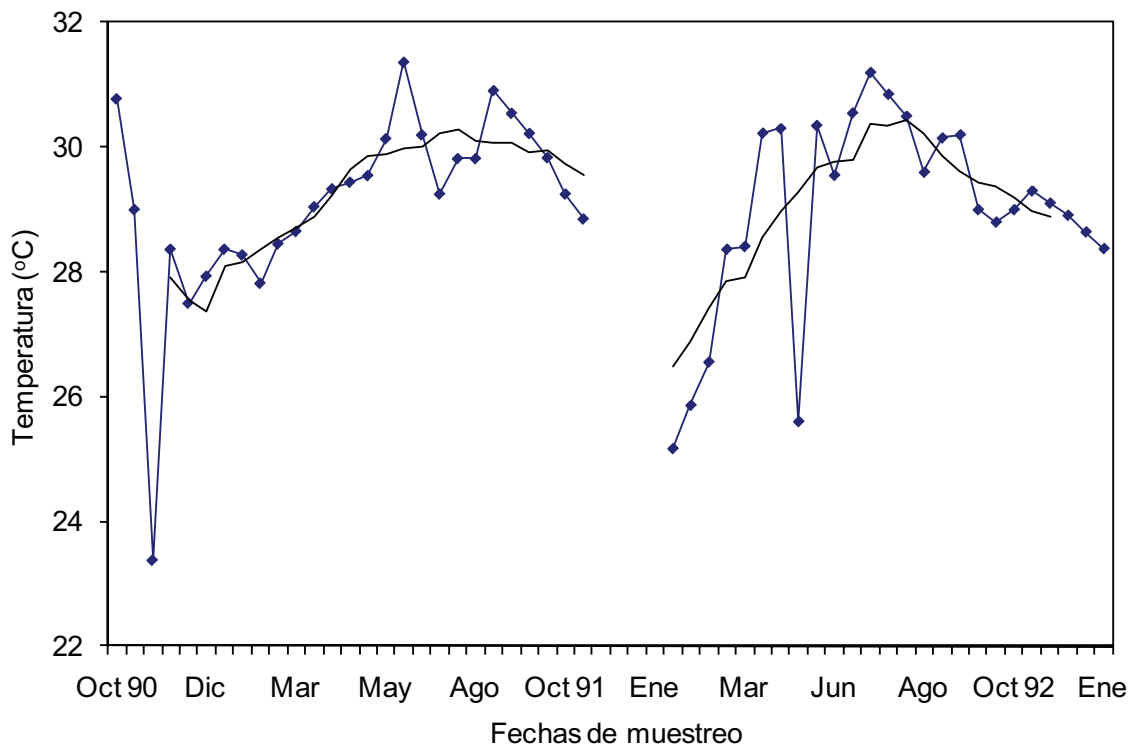


Figura 23. Promedio de la temperatura del agua de octubre de 1990 a enero de 1993 en la zona litoral de la Boca de Tonalá, Chiapas.

La salinidad no presenta ciclo definido y fluctuaron de 29 a 36.6 en todo el periodo de estudio. La mínima salinidad promedio de 29 ups se presentó el 28 de abril de 1991 y la máxima salinidad promedio de 36 ups se registró el 26 de julio de 1991 (fig. 24).

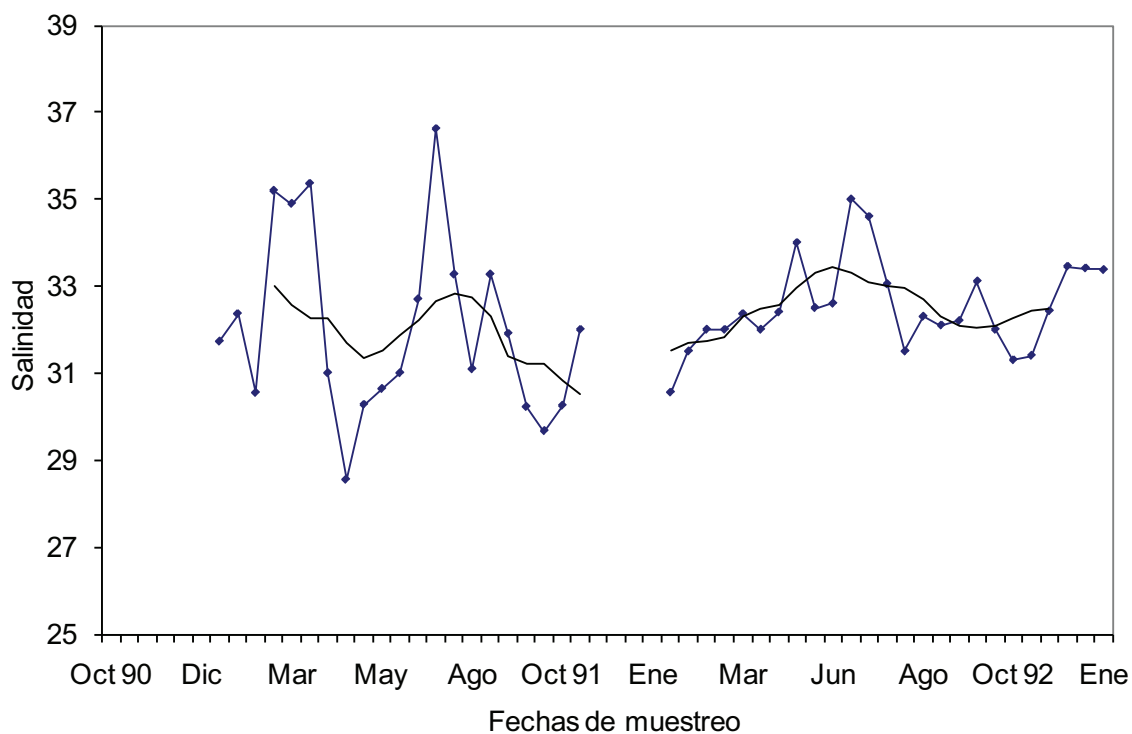


Figura 24. Promedio de la salinidad de diciembre de 1990 a enero de 1993 en la zona litoral de la Boca de Tonalá, Chiapas.

Los vientos con componente norte predominaron casi todo el periodo comprendido en este estudio, con excepción de marzo a junio de cada año donde los vientos provienen del sur, el más intenso se presentó el 28 de abril de 1991 con 3.6 m. s^{-1} . Los vientos del norte más intensos se presentaron de octubre a febrero, con magnitudes superiores a los 5 m s^{-1} el 17 de noviembre y 2 de diciembre de 1990 además del 24 de noviembre de 1991 y 21 de enero de 1992 (fig. 25).

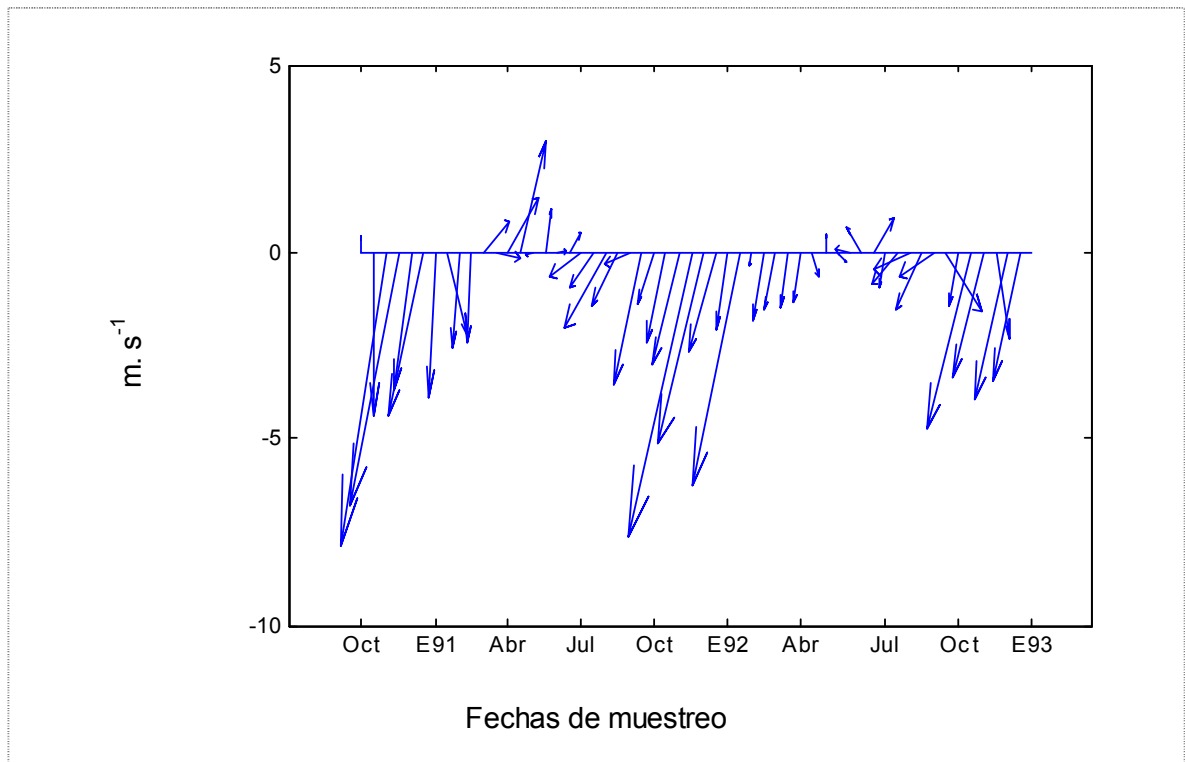


Figura 25. Vientos dominantes de diciembre de 1990 a enero de 1993 en la región central del Istmo de Tehuantepec.

El nivel medio de marea para el puerto de Salina Cruz, Oaxaca presenta un ciclo anual con alturas mínimas en invierno y máximas en verano. La altura mínima fue de 1.2 m y se presentó en febrero de 1991 y la máxima en junio de 1991 con una altura de 2.4 m. El rango de variación fue de 1.2 m (fig. 26).

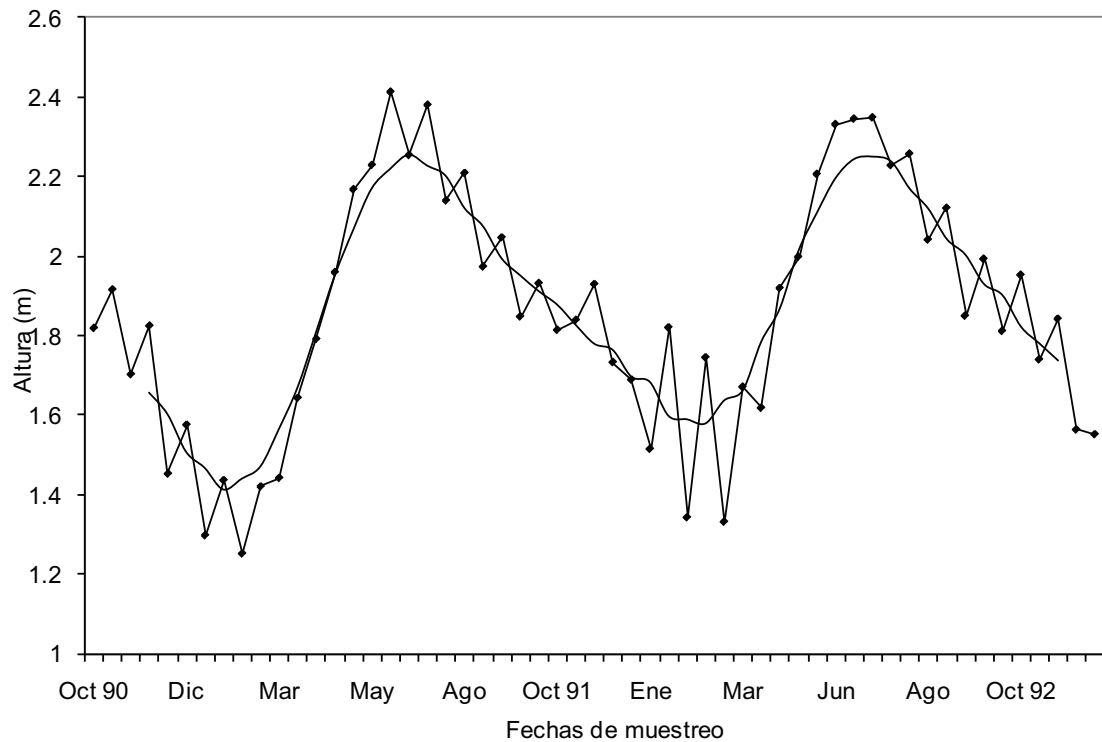


Figura 26. Nivel medio de la marea de octubre de 1990 a enero de 1993 para el puerto de Salina Cruz, Oaxaca.

6.2.2. Abundancia de postlarvas

Se encontraron cuatro especies de postlarvas de camarones de las cuales *F. californiensis* y *L. vannamei* fueron las más abundantes con 45% y 40% respectivamente; *F. brevirostris* y *L. stylirostris* fueron las especies menos abundantes con el 14% y 1% (fig. 27).

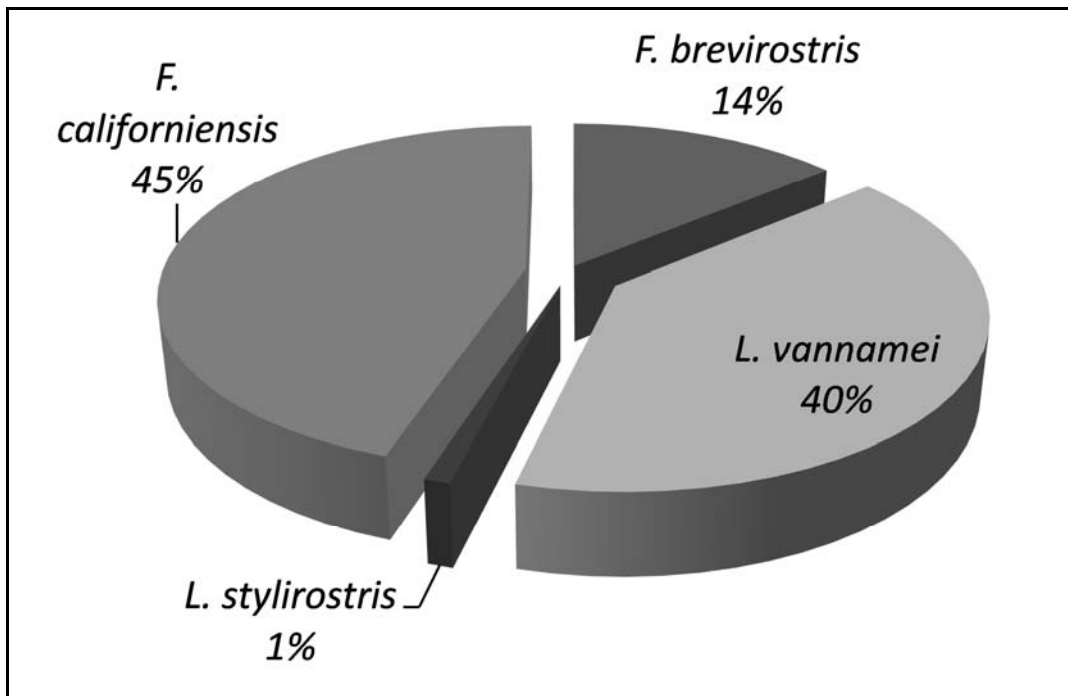


Figura 27. Porcentajes de la abundancia de postlarvas de camarón de octubre de 1990 a enero de 1993 en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.

La abundancia relativa de postlarvas totales tuvo presencia todo el año con algunas excepciones en primavera. Se presentaron pulsos de máximas abundancias superiores a las 130 PL.m^{-3} en los meses de noviembre a enero de cada año. Las mínimas abundancias se presentaron en marzo de 1991 y 1992, julio y octubre de 1991, y mayo de 1992 con abundancias inferiores a 5 PL.m^{-3} (fig. 28).

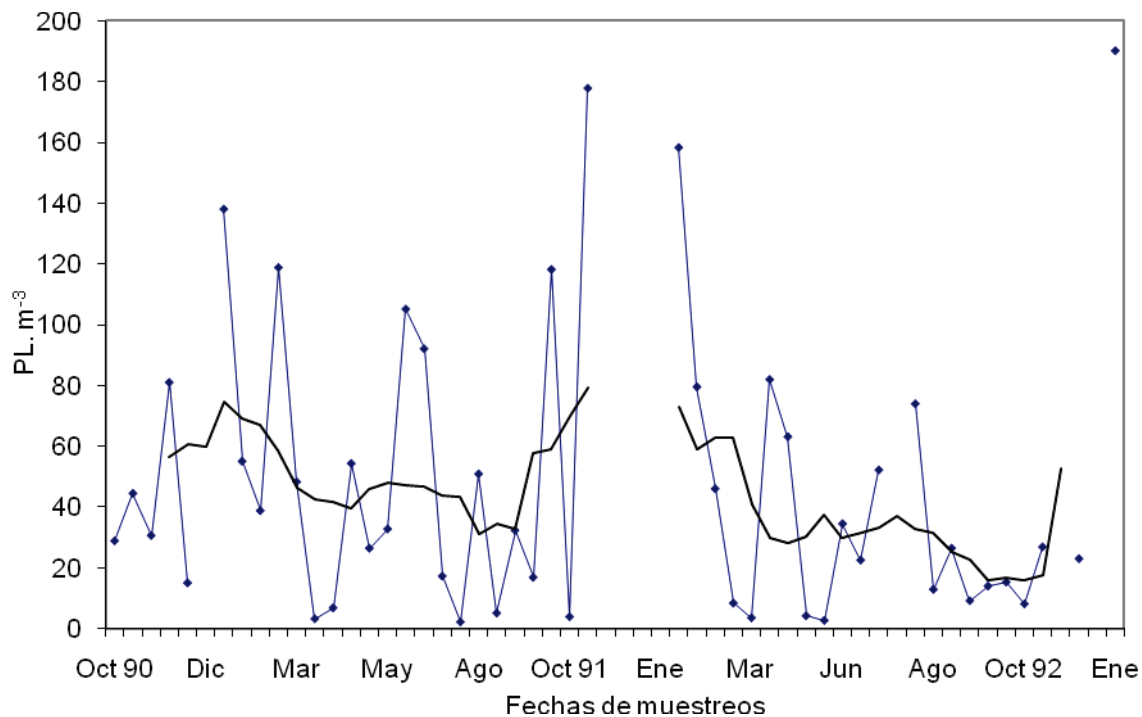


Figura 28. Abundancia relativa de postlarvas de camarón de octubre de 1990 a enero de 1993 en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapa..

L. vannamei tuvo presencia todo el periodo de estudio, no presentó un ciclo anual bien definido, la máxima abundancia se registró el 9 de enero de 1993 con 153.487 PL·m⁻³. *L. stylirostris* presentó su máxima abundancia de 4.14 PL m⁻³ el 19 de febrero de 1992; *F. californiensis* registró su máxima abundancia el 23 de noviembre de 1991 con 115.792 PL m⁻³; mientras que *F. brevirostris* su máxima abundancia de presentó el 29 de julio de 1992 con 30.813 PL·m⁻³ (fig. 29).

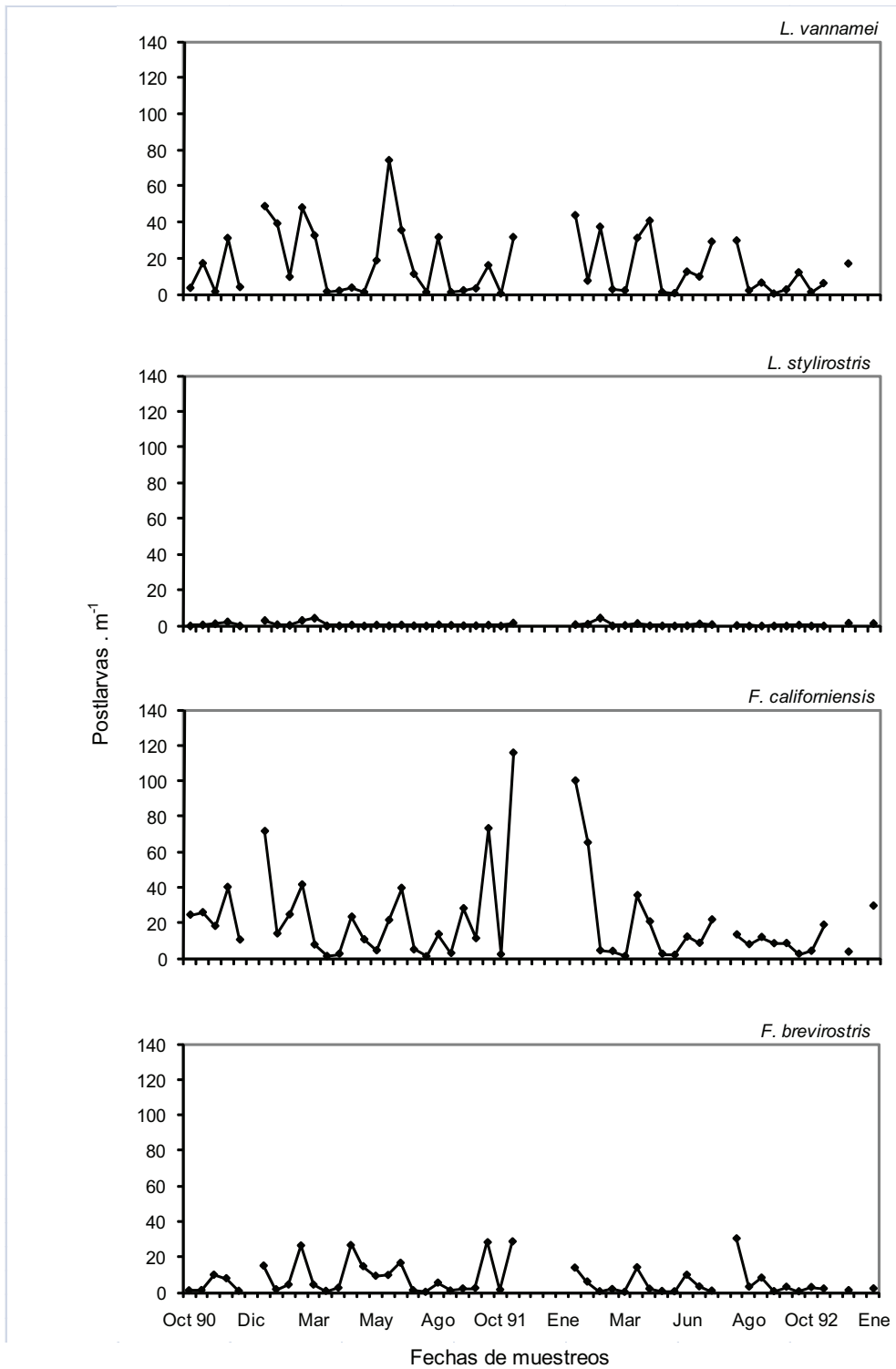


Figura 29. Abundancia relativa por especie de postlarvas de camarón de octubre de 1990 a enero de 1993 en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.

6.2.3. Correlaciones entre la abundancia de postlarvas con algunas de las variables ambientales

Se encontraron correlaciones negativas significativas entre la abundancia de postlarvas de *L. vannamei* y *L. stylirostris* con la temperatura del agua, el nivel medio de la marea y el gasto del río Pijijiapan con valores de r mayor a 0.5. Mientras que las demás variables analizadas no se encontraron correlaciones directas (figs. 30 y 31). Para *F. californiensis* solo se encontraron correlaciones negativas significativas con la salinidad y con la componente Norte-Sur de los vientos (fig. 32). Mientras que para *F. brevisrostris* correlaciones significativas con la salinidad (fig. 33).

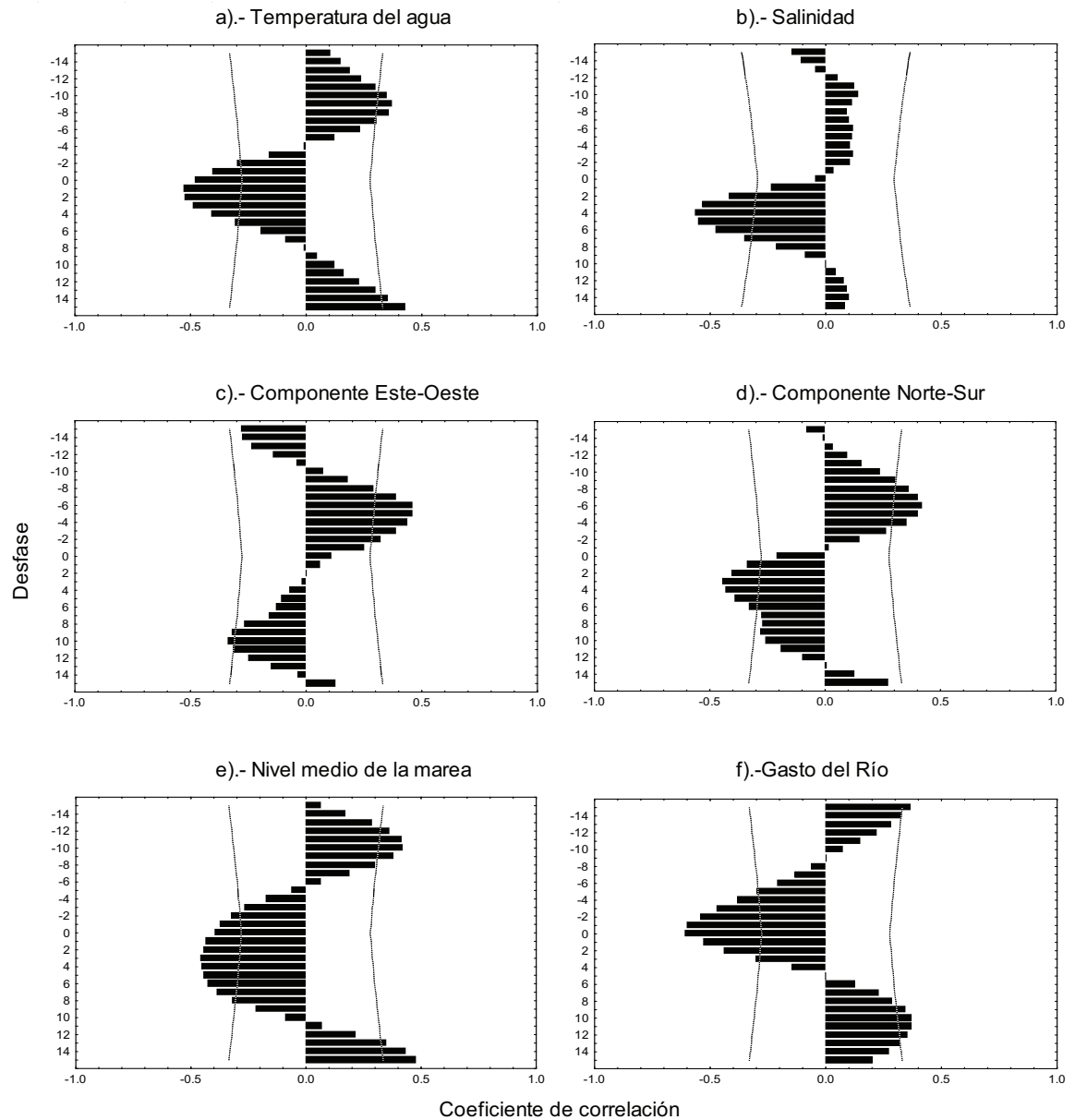


Figura 30. Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de *L. vannamei* con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.

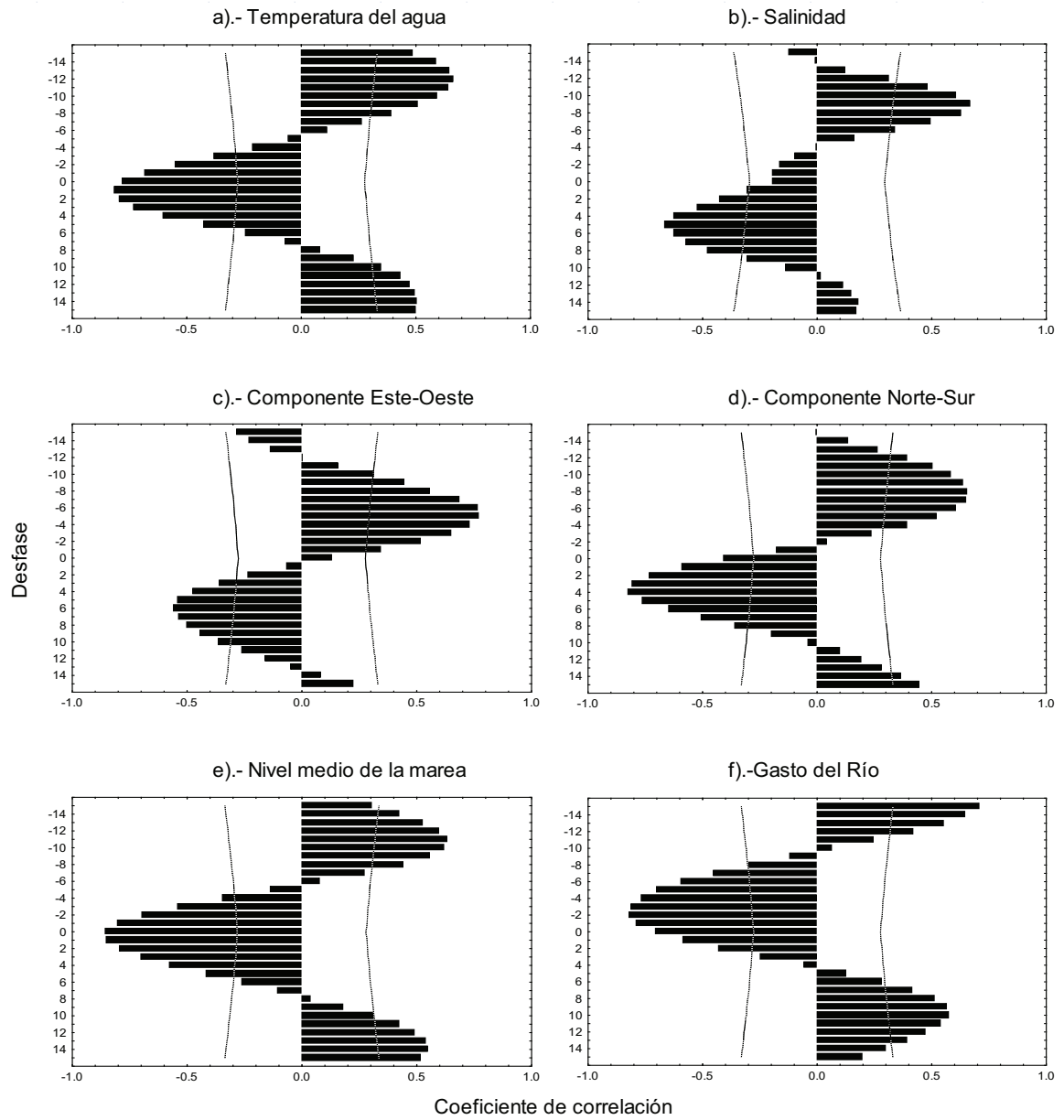


Figura 31. Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de *L. stylirostris* con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.

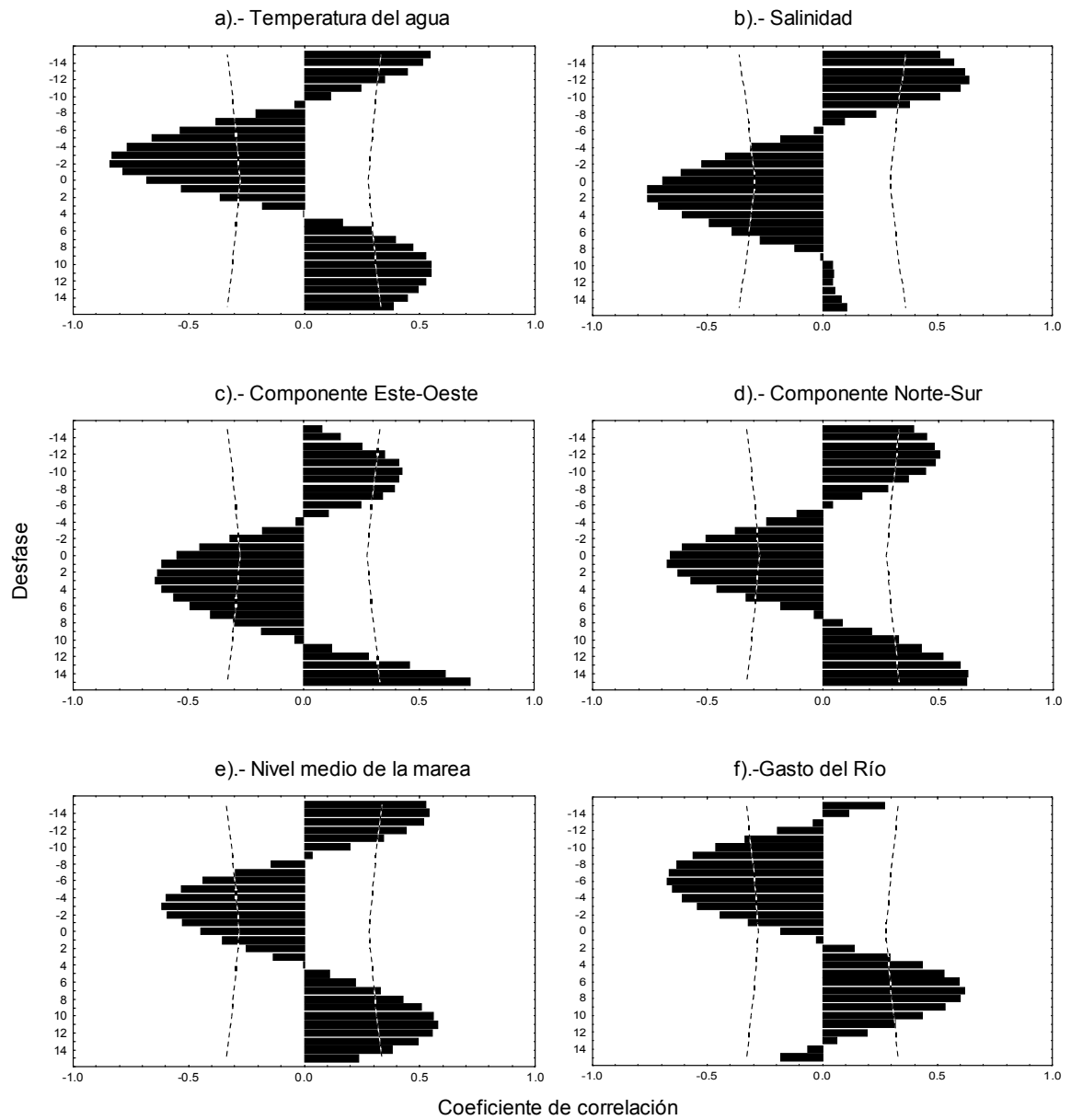


Figura 32. Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de *F. californiensis* con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.

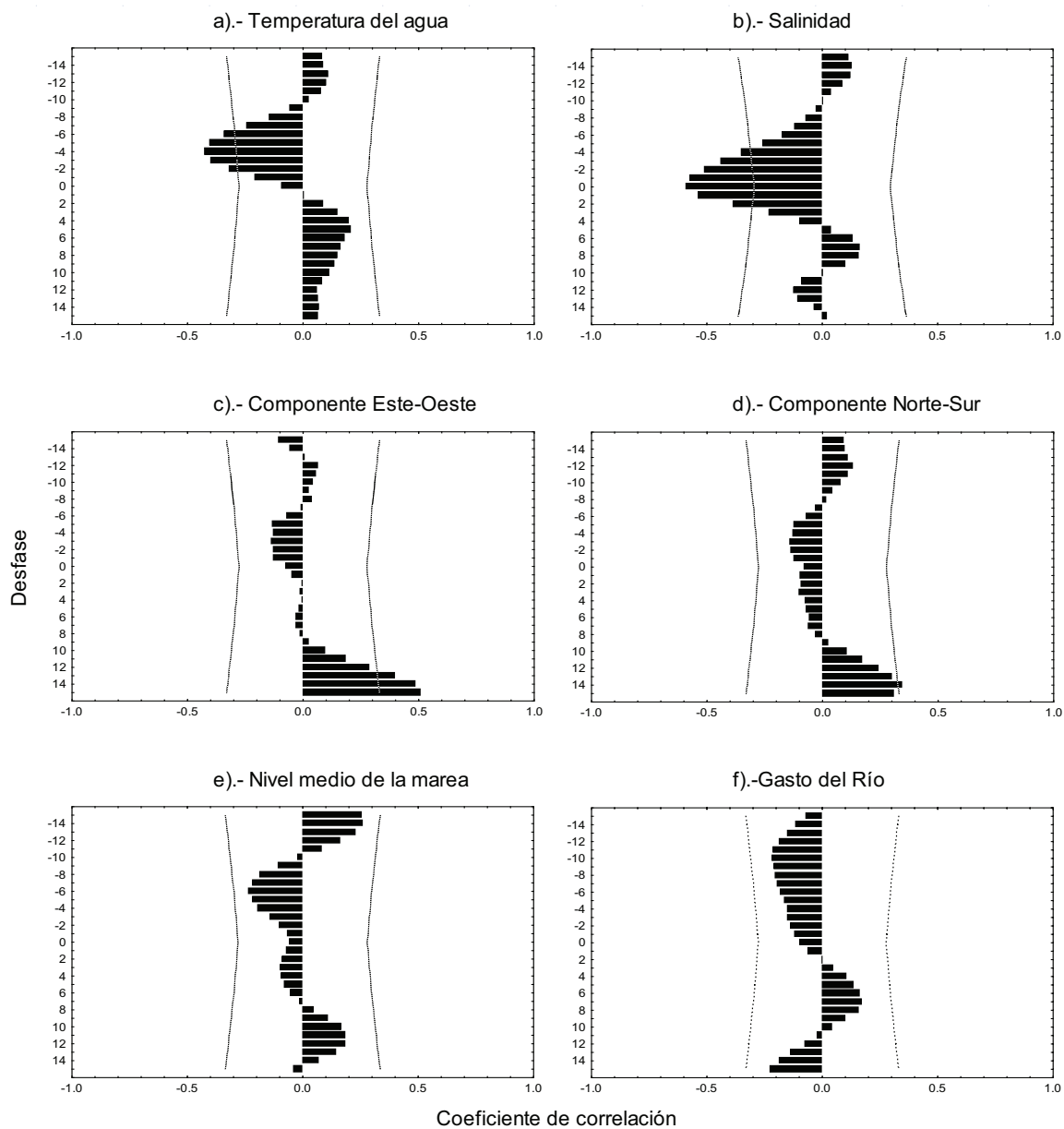


Figura 33. Correlaciones cruzadas entre la Abundancia relativa de *F. brevistis* con variables ambientales en la zona litoral adyacente a la boca de Tonalá, Chiapas.

6.2.4. Variabilidad estacional

6.2.4.1. Variables ambientales

La temperatura del agua presenta variación estacional con los promedios de baja temperatura en invierno y máxima temperatura en primavera-verano. La temperatura promedio mas baja se presenta en febrero con 26.7°C y la máxima en mayo con un promedio de 29.8°C, el rango de variación es de 3.1°C. (fig. 34a)

La salinidad no presenta un periodo definido, ya que presenta oscilaciones alrededor del promedio anual con un rango de variación de 3 ups. (fig. 34b)

La precipitación si presenta una marcada estacionalidad con una temporada de lluvias de mayo a octubre y un periodo de secas de noviembre a abril, las máximas precipitaciones se presentan en junio con promedios diarios de 9 mm·día-1 (fig. 34c).

El gasto del río Pijijiapan también presenta una estacionalidad con los mayores escurrimientos de mayo a noviembre, con un pico máximo en septiembre (fig. 34d).

Los vientos dominantes son mayormente los de componente norte que se presentan casi todo el año, mientras que los de componente sur se presentan únicamente de abril a junio (fig. 34e).

El nivel de marea presenta un periodo de niveles promedios altos de abril a octubre con el máximo nivel en octubre con 2.4 m y mínimo nivel en febrero con 1.3 m el rango de variación es de 1.1 m (fig. 34f).

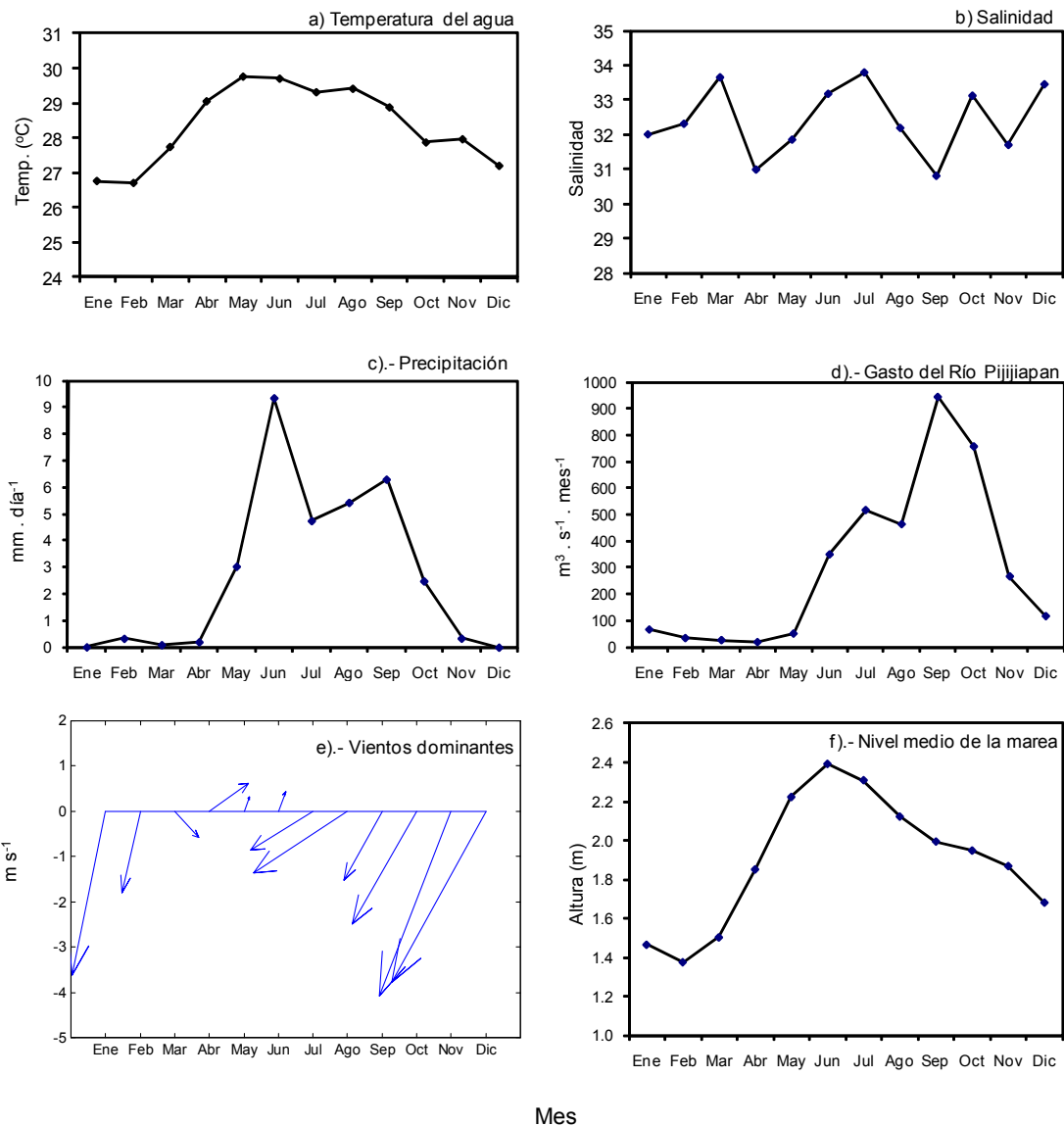


Figura 34. Promedios mensuales de las variables ambientales temperatura del mar (a), salinidad (b), precipitación (c), gasto del Río Pijijiapan (d), vientos dominantes (e) y nivel medio de marea en el Puerto de Salina Cruz (f).

6.2.4.2. Abundancia estandarizada de postlarvas

La abundancia estandarizada de postlarvas de *L. vannamei* valores significativos por encima del promedio en los meses de invierno, valores cercanos al promedio en primavera-verano y valores significativos por debajo de la media en los meses de agosto, septiembre y octubre (fig.35a). Mientras que para *L. stylirostris* los

valores por encima del promedio se presentaron en enero, febrero, marzo y diciembre y por debajo del promedio de mayo a octubre (fig. 35b).

Para *F. californiensis*, únicamente presenta valores por encima del promedio en enero y diciembre y por debajo del promedio de abril a agosto (fig. 35c). Asimismo *F. brevirostris* los valores se encuentran alrededor del promedio (fig. 35d).

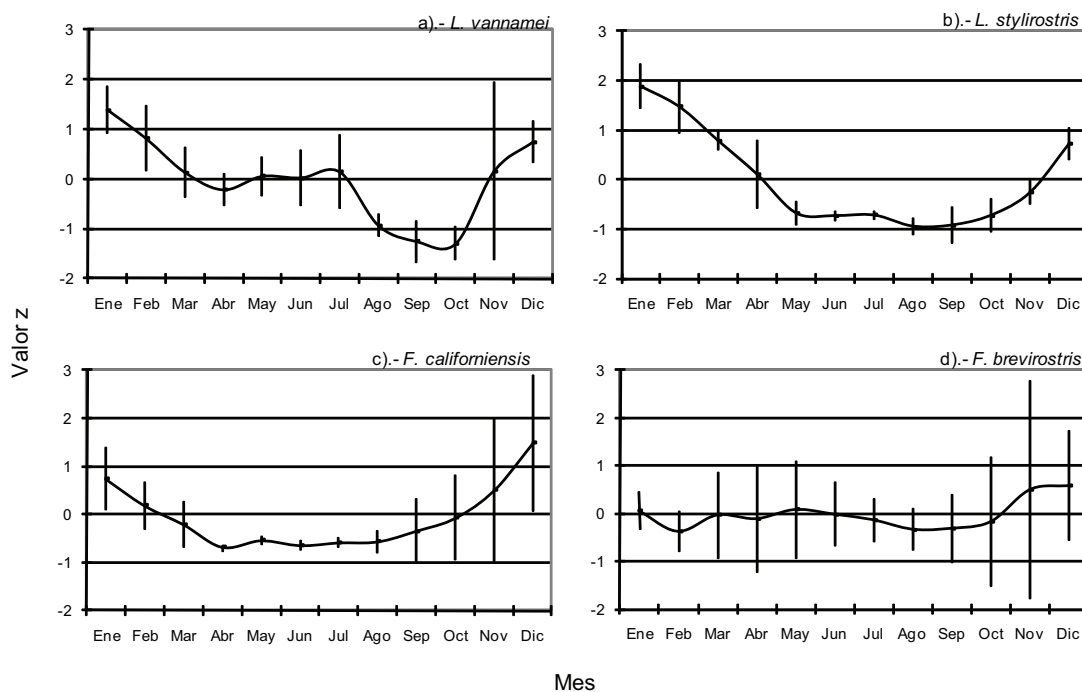


Figura 35. Abundancia estandarizada mensual de postlarvas de camarones: *L. vannamei* (a), *L. stylirostris* (b), *F. californiensis* (c) y *F. brevirostris* (d). En la zona litoral adyacente a la Boca de tonalá, Chiapas.

6.2.5. Variabilidad interanual

6.2.5.1. Abundancia de postlarvas

No se encontró variabilidad interanual en las especies de postlarvas de *L. vannamei* y de *L. stylirostris* (figs 36a y 36b). Sin embargo para *F. californiensis* si se encontró variabilidad interanual en la abundancia de postlarvas entre el invierno de 1990-1991 y el invierno de 1991-1992 siendo este último el de mayor abundancia,

también se encontró diferencias en otoño de 1991 y 1992 de los cuales el primero fue mas abundante (fig. 36c). Mientras que para *F. brevisrostris* también se encontraron diferencias significativas entre primavera de 1991 y primavera de 1992; y otoño de 1991 y otoño de 1992, siendo en el año de 1991 mas abundante para ambas estaciones del año (fig.36d).

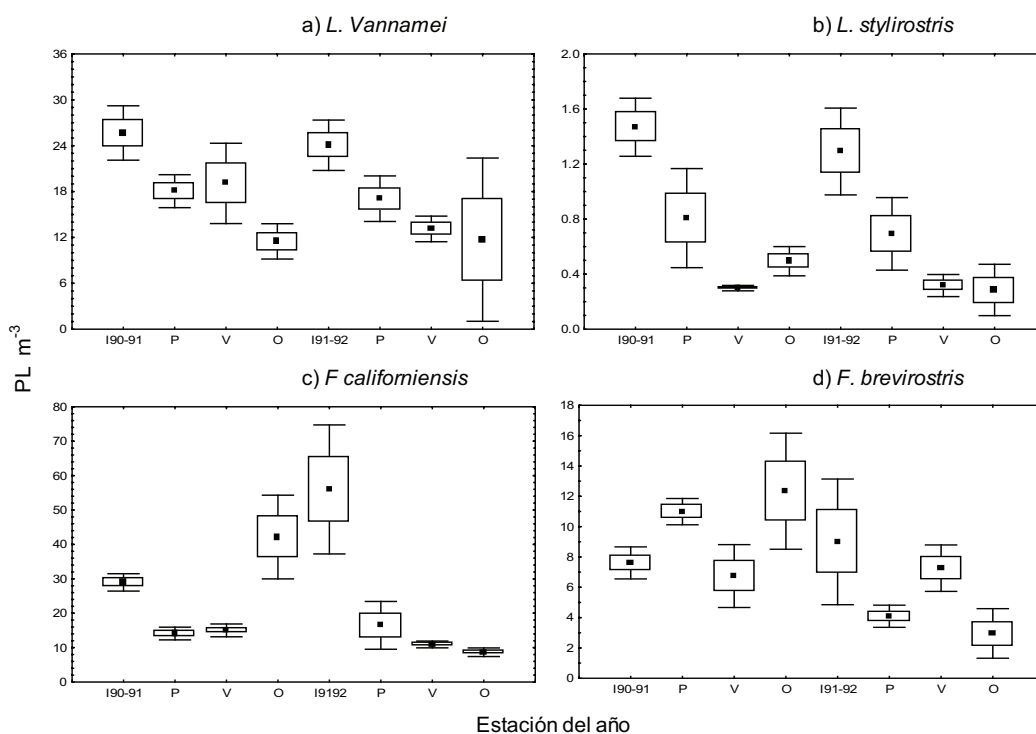


Figura 36. Variación interanual de la abundancia relativa de postlarvas, en la zona litoral adyacente a la Boca de Tonalá, Chiapas.

VII. DISCUSIONES

La vida adulta y la fase reproductiva de los peneidos transcurre mar adentro, sobre la plataforma continental, donde individualmente las hembras presentan desoves parciales, pero en conjunto (nivel poblacional) tienden a 1 o 2 desoves masivos. La etapa larvaria que comprende los estadios de huevo, nauplio, protozoa y mysis ocurre en el medio oceánico, pero al alcanzar el estadio de postlarva emigran a aguas estuarinas o costeras. Aquí completan las etapas juvenil y pre-adulto y finalmente emigran mar adentro para completar su ciclo biológico (Del Valle, 1989).

Una de las principales características del camarón tropical es que habita sobre la plataforma continental, conformada de fondo limo-arenoso. La explotación más ideal del recurso se tiende sobre fuertes concentraciones distribuidas en sedimentos blandos con gran contenido de partículas y materia orgánica en suspensión. Los deltas de las desembocaduras de los ríos son zonas adecuadas para la distribución de los peneidos (García y Le Reste, 1986) los sedimentos superficiales de esos lugares están básicamente conformadas por arena, limos arenosos y arcillas o lodos. Los camarones suelen dividirse en dos grupos para facilitar su comparación, “blancos” y “oscuros”, que corresponden a los géneros *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus*, respectivamente. En general se sabe que los camarones “blancos” viven en zonas más cercanas a la costa, son resistentes a las variaciones de salinidad y su actividad es principalmente durante el día. En contraste, los camarones “oscuros” se distribuyen en zonas más profundas que los blancos, son sensibles a los cambios en salinidad y su actividad es principalmente nocturna (García, 1985; Gracia, 1996).

En este estudio realizado en la zona litoral de dos áreas del Pacífico mexicano se ha encontrado presencia de las cuatro especies comercialmente explotadas en el Pacífico mexicano, pero con marcada diferencia en porcentaje de aparición dos de ellas: una de camarones oscuros *F. californiensis* y otra de camarones blancos *L. vannamei*. Es importante aclarar que a pesar de haberse capturado en el litoral, la

recolecta de postlarvas fue frente a la boca de una laguna costera en cada zona, frente a la boca de Barrón en Sinaloa y frente a la boca de Tonalá en Chiapas. Por lo que es explicable que la abundancia de camarón blanco respondiera a organismos que estaban intentando ingresar a sus respectivas áreas de crianza y el camarón café respondía a que es la zona de distribución reconocida para la especie. La diferencia en abundancia respecto de camarón cristal y azul no será tema para ahondar en este trabajo ya que la discusión se centrará en los procesos oceanográficos que intervienen para la concentración de postlarvas de camarón en los dos sitios de recolecta con marcadas diferencias en los procesos oceanográficos que imperan en cada zona.

La abundancia de camarón café (género *Farfantepenaeus*) en los esteros siempre ha sido muy inferior comparativamente con los camarones del género *Litopenaeus* (Siu-Quevedo 1995; Medina-Reyna 1999; Ramos-Cruz 2001). En este trabajo se encontró que las postlarvas de camarón café representaron una parte muy alta de la recolecta total de camarones oscuros y que la mayor abundancia de camarones blancos la presentó el camarón *L. vannamei*. Coincidiendo con la mayoría de los trabajos reportados para estas especies en particular. También coincide con lo señalado a nivel general para los camarones blancos y oscuros (*Litopenaeus* y *Farfantepenaeus*).

El gran intervalo de variación de la abundancia entre postlarvas de *F. californiensis* con respecto de *F. brevirostris* y de *L. vannamei* con *L. stylirostris* registrado en ambas zonas era de esperarse ya que de acuerdo a la literatura reportada sobre el comportamiento biológico y ecológico de estas dos especies son las más abundantes en la etapa adulta y las más abundantes en las capturas comerciales (INAPESCA 2001).

Las postlarvas de camarones peneidos ingresan a los estuarios y lagunas costeras a través de un mecanismo en el que interviene la acción de las corrientes, migraciones verticales de la postlarva en la columna de agua, corriente de marea y

respuesta a los gradientes de salinidad (Dall et al., 1990). Las lagunas costeras frente a las que se hicieron las recolectas se pueden definir como lugares de crianza de camarón blanco, pero no así para el camarón café. Para esta última especie se supone que su entrada y salida es un arrastre accidental, parece no utilizar los estuarios o lagunas costeras con fines de desarrollo.

Un proceso conductual mencionado para aprovechar las corrientes de marea como medio de transporte horizontal para entrar a los estuarios o lagunas costeras es la migración vertical de las postlarvas (Wickins, 1976; Edwards, 1978; Rothlisberg, 1982; Rothlisberg et al., 1983; Hill, 1991a; 1991b; Rogers et al., 1993; Rothlisberg y Church, 1994; Rothlisberg et al., 1996). Forbes y Benfield (1986) señalaron una disminución de la actividad natatoria de las postlarvas durante el reflujo; Matthews et al. (1991) relacionan el mismo efecto a la influencia de la luz y agrega que se da la tendencia a un hundimiento de los organismos en las horas más iluminadas. Es posible que durante la bajamar las postlarvas se concentren fuera de la zona de rompientes (asentadas o cercanas al fondo) y se resuspendan en la columna de agua durante la pleamar permitiendo con ello su introducción a los sistemas costeros someros por el acarreo del frente de marea (Siu-Quevedo, 1995).

Los muestreos de abundancia en el litoral de ambas costas se hicieron sobre la base de una altura de marea y respecto a las corrientes, haciendo mención al papel tan importante que las mareas juegan en el movimiento de postlarvas, se caracterizó su comportamiento y susceptibilidad a las mareas a lo largo del periodo de recolecta para cada especie, determinando que las postlarvas de camarón café son arrastradas por las corrientes, mientras que las de blanco las utilizan para entrar y salir del estuario (Ramírez y Aragón 2006). Éste es un hecho relevante en el estudio ya que estudios anteriores realizados en las mismas zonas y publicados en la literatura disponible por los medios al alcance de los investigadores (revistas, tesis y reportes en bases de datos), no se ha encontrado ningún trabajo que mencione nada sobre la utilización de las mareas como medios para salir de los esteros (Castillo-

Moreno et al., 1992, Jacobo Galaviz et al., 1994, Medina Reyna et al., 2001, Sánchez y Martínez, 2000).

La reproducción de los camarones blancos en el medio natural se asocia estrechamente con la temperatura; las proporciones máximas de hembras maduras corresponden con las temperaturas máximas (García-Gómez, 1976; Rodríguez de la Cruz 1976; Pedraza-Medina, 1976; Mathews, 1981; García-Pámanes y Chi-Barragán 1991; Garduño-Argueta y Calderón-Pérez, 1994). Los resultados del presente trabajo sugieren la sincronización entre el período de reproducción máxima, reclutamiento máximo de postlarvas y temperaturas máximas, todo esto ocurrió en los meses de junio y julio de los tres años de muestreo, pero sólo para la región de Sinaloa ya que para Tehuantepec fue contrario a esto. Para el camarón blanco de Sinaloa está bien marcada su época de reproducción en los meses de junio-julio y la abundancia máxima de postlarvas ocurre en ese mismo período (Aragón-Noriega et al. 2012). Esto coincide con otros estudios para esta región. Sui Quevedo (1995) concluye que las máximas abundancias se presentan en temporada de inundación. Mientras que Cabrera Jiménez (1997) menciona que los periodos de ausencia de postlarvas se dan cuando ocurren las surgencias. Además, Solís Ibarra et al. (1993) encontró una relación positiva entre la abundancia de postlarvas con la temperatura media del mar.

Las condiciones meteorológicas y oceánicas influyen en la reproducción de los adultos en altamar según las correlaciones positivas encontradas entre la abundancia de postlarvas con la temperatura media del mar y la componente meridional del viento. Además, la evidencia del aumento del periodo de abundancia de postlarvas, las lluvias e incremento en el gasto del Río Presidio en el ciclo 1991-1992, se da junto con una disminución en la presión atmosférica. Garduño-Argueta y Calderón-Pérez (1994) mencionan que cuando existen las condiciones favorables para su desarrollo, espacio y alimento, entre otros factores las especies del género *Litopenaeus* de las costas de Sinaloa pasan buena parte de su ciclo vital dentro de las lagunas costeras y esteros. En Sinaloa estos factores se presentan en verano por ser la época de lluvias ya que estas al descargar más agua sobre los sistemas

costeros llevan más alimento e incrementan el volumen de las lagunas costeras y esteros. De acuerdo con estos autores por esa razón el período reproductivo está bien definido en esa época.

Para las especies de peneidos que habitan las lagunas costeras de Sinaloa y Campeche así como la zona del Alto Golfo de California se ha propuesto que las descargas de los ríos amplían las áreas de crianza principalmente por incremento del volumen de agua (del Valle 1989, Gracia 1996, Aragón 2000). También en estudios realizados en Australia se concluyó que el principal efecto de los ríos es el incremento del área de crianza de camarones peneidos (Penn, 1984; Penn y Caputi, 1985; 1986). Por lo que siendo una zona de este estudio el Sur de Sinaloa era de esperarse este resultado de mayor abundancia con el incremento en la temperatura.

En la región del Golfo de Tehuantepec, las condiciones oceanográficas están determinadas por los fuertes vientos del norte. Trasviña et al. (1995) menciona que cuando ocurren estos eventos se forma un giro ciclónico en la parte Este del golfo. Además, Flores Vidal et al. (2011) describen una corriente costera en la parte oriental del golfo, que fluye paralela a la costa en dirección al oeste durante el invierno. Por lo anterior dicho, y por las correlaciones negativas encontradas, entre la abundancia de postlarvas con la temperatura media del mar y la componente meridional de los vientos, nos indica un acarreo y concentración de postlarvas hacia el centro del golfo. En estudios sobre el transporte y dispersión de larvas y postlarvas hacia la zona litoral, Rothlisberg et al. (1994) menciona que las postlarvas son acarreadas cientos de kilómetros por la corriente litoral, en las costas de Australia.

A diferencia de los resultados obtenidos en Sinaloa en el Golfo de Tehuantepec no se relacionó la abundancia con la temperatura. De hecho la abundancia de postlarvas en esta región ocurrió indistintamente en los registros inferiores y superiores de temperatura y salinidad. En no haber encontrado correlación nos permite suponer que estas variables no son determinantes en la determinación de la concentración de postlarvas y eventual inmigración a las lagunas costeras como lo

encontró Sánchez y Martínez (2000) para la boca de El Oro del sistema lagunar Corralero-Alotengo, Oaxaca. Por otro lado la variación de temperatura en el ciclo anual no es tan marcada y se pueden encontrar reproductores tanto de camarón café como de camarón blanco a lo largo del año.

Para la zona de Oaxaca no existen registros ni datos precisos sobre la abundancia de postlarvas. Sin embargo, Sánchez y Martínez (2000) mencionan que la captura comercial de juveniles y adultos confirman la presencia de ambas especies a lo largo de todo el año sin mostrar preferencia por condiciones de temperatura. Pero recordando que estas variables físicas del agua marina no fluctúan mucho a lo largo del año, entonces las condiciones hidrológicas de la zona de Oaxaca aunada a las condiciones geomorfológicas son los factores determinantes para la concentración de postlarvas en diferentes épocas de año.

Por lo tanto para el análisis de la presencia de postlarvas de camarones peneidos en el litoral del Golfo de Tehuantepec la distribución de las mismas en el flujo de marea es de gran importancia. Estas no siguen un patrón homogéneo sino que se agrupan siguiendo alguna sección de la corriente litoral (Partida-Rojas et al., 1987, Sánchez y Martínez, 2000). Los resultados de Verdín-Heras et al. (1991) muestran que las postlarvas son transportadas por el flujo de pleamar con mayor incidencia en la superficie. Esto puede ser un indicio de que las postlarvas siguen un camino de accesos a sus respectivas áreas de crianza. Sánchez y Martínez (2000) sugieren para la zona del sistema lagunar Corralero-Alotengo, Oaxaca que las postlarvas de hecho buscan las condiciones hidrodinámicas más intensas. Medina-Reyna et al. (2001) coincide con estas sugerencias ya que mencionan que el camarón blanco presenta un patrón especialista de tabloneros submareales mientras que los camarones oscuros presentan mayor preferencia por los tabloneros intermareales.

Estos estudios coinciden con los resultados del presente estudio ya que durante el muestreo para este trabajo de tesis hemos observado que la presencia del “norte”

funciona como aglutinante de las postlarvas de los peneidos. Esto sin importar los valores de la variable temperatura. Como se ha venido mencionando desde páginas anteriores las condiciones que tradicionalmente se han sugerido como “señales” para la concentración de postlarvas de peneidos en la región del Sur de Sinaloa parece no ser las determinantes en esta región del golfo de Tehuantepec debido a que las condiciones oceanográficas son dominadas por la presencia de fuertes vientos llamados “nortes” que al parecer tanto por los resultados obtenidos en el presente trabajo, como por los reportados por Sánchez y Martínez (2000) y por Medina-Reyna et al. (2001) funcionan como el mecanismo que hace que las postlarvas se concentren independientemente de las variables de temperatura que se consideran las más importantes en otras zonas del país.

De los estudios como el de Villarreal-Colmenares et al. (1993) sobre las temperaturas a las cuales se encuentra el óptimo reproductivo de los adultos de camarón café *F. californiensis* o los de Aquacop (1979) para camarón blanco *L. vannamei* podemos obtener que en la región del golfo de Tehuantepec reúne las condiciones óptimas de temperatura para la reproducción durante todo el ciclo anual. Se insiste entonces que las condiciones oceanográficas serán la que determinen la concentración de postlarvas y por tanto su relación con la época de mayor abundancia.

Existe un paradigma sobre la reproducción continua de los invertebrados en las regiones tropicales y reproducción estacional hacia las altas latitudes, haciendo incluso más estrecha en el tiempo de reproducción conforme se acerca a los polos (Sastry 1983, Bauer 1992, Bauer y Vega 1992, Bauer y Lin 1994, da Costa y Fransozo 2004, Aragón & Alcantara 2005, Aragón 2007, da Costa et al. 2010). Los resultados de este estudio concuerdan con ese paradigma al encontrar presencia de postlarvas a lo largo del año en Tehuantepec y una abundancia estacional en el Sur de Sinaloa.

Se estudiaron dos regiones separadas de forma latitudinal marcadamente, se enfocó el estudio en determinar que variables oceanográficas son las determinantes en la abundancia de postlarvas. Como se menciona líneas arriba las temperaturas encontradas como óptimas para la reproducción de las dos especies encontradas con mayor presencia porcentual en este estudio ya se encuentran satisfechas, entonces debe existir otra variable oceanográfica que relacione su mayor abundancia en alguna época del año, para la región de Tehuantepec son los vientos conocidos como “nortes”.

La mayor aportación que hace este estudio es referente a los ciclos de vida de los camarones peneidos en el Pacífico mexicano. En general, el ciclo de vida de los camarones peneidos comprende su ingreso a las lagunas costeras para crecer, y su retorno al mar en etapa juvenil para reproducirse. Dall et al. (1990) reconoce cuatro tipos de ciclo de vida para los camarones peneidos en función de la dependencia del mar o lagunas costeras. Los ciclos fueron sistematizados como: tipo I de especies completamente estuarinas, el tipo II Y III son una transición entre los estuarios y el océano, y el tipo IV son especies oceánicas. Con algún grado de traslape entre los ciclos consecutivos. En aspectos relacionados al ciclo de vida de los camarones peneidos del Pacífico mexicano, se han realizado diversos estudios que incluyen: reproducción, migración, reclutamiento y crecimiento. Entre los trabajos más destacados se encuentran estudios sobre la biología de camarones en la laguna de Huizache-Caimanero y, esteros y lagunas del sur de Sinaloa (Chapa-Saldaña, 1966; Soto, 1969; Lluch-Belda et al., 1972; Soto y Bush, 1975); análisis poblacionales de camarón blanco en lagunas del sur de Sinaloa (Chapa-Saldaña y Soto-López, 1969; Edwards, 1978); de migración de postlarvas en el sur de Sinaloa (López, 1967; Cabrera, 1970; Macias-Regalado, 1973; Ortega y Nuñez, 1974).

En México, se describió la ecología de los peneidos para las especies que requieren de los sistemas estuarinos para crecer (Del Valle-Lucero y Martín, 1995). Aunque esta es aplicable para los sistemas estuarinos con conexión efímera al mar y circulación positiva (Kjerfve, 1986; Bernard y Froneman, 2005), no debe ser

generaliza para la diversidad de ambientes costeros. En lagunas de zonas áridas, con comunicación permanente al mar y características anti-estuarinas, los camarones peneidos presentan un ciclo de vida que difiere en algunos aspectos ecológicos del que generalmente es aceptado para los camarones (Romero-Sedano et al., 2004). Estos sistemas son los más comunes en la región de Tehuantepec.

Como se observa fueron casi 30 años sin que nadie cuestionara los ciclos de vida de los camarones peneidos del Pacífico mexicano hasta los estudios de Romero-Sedano et al. (2004) y el de Valenzuela-Quiñonez (2007). Pero estos mismos también para zonas del Golfo de California. Por tanto la aportación de este estudio reafirma que no se debe generalizar los resultados del ciclo de vida y factores ambientales que determinan la abundancia de postlarvas de camarones peneidos.

VIII. CONCLUSIONES

La conclusión es que en la región de Sinaloa la temperatura por ser una variable ambiental marcadamente estacional es la que determina la abundancia estacional de las postlarvas de camarones peneidos en esta zona y al ser la temperatura optima de reproducción una variable casi permanente en el ciclo anual para la región de Tehuantepec, es la presencia de fuertes vientos conocidos como “nortes” los que tienen mayor influencia en la abundancia de postlarvas en un ciclo anual.

Además, en las dos zonas se encontraron las cuatro especies que se distribuyen en el pacifico mexicano, de las cuales *L. vannamei* es la especie más abundante en el sur de Sinaloa y *F. californiensis* lo es en la zona litoral de Tonalá, Chiapas.

IX. LITERATURA CITADA

- Aquacop. 1979. Penaeid reared brood stock: closing the cycle of *P. monodon*, *P. stylirostris* and *P. vannamei*. *Proceedings of the World Mariculture Society* 10: 445-452.
- Aragón NEA & E. Alcántara. 2005. Influence of sea surface temperature on reproductive period and size at maturity of the brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) in the Gulf of California. *Marine Biology* 146(2): 373-379.
- Aragón-Noriega E. A. 2007. Coupling the reproductive period of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* Stimpson, 1874 (Decapoda: Penaeidae) and sea surface temperature in the Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(29): 167-175.
- Aragón-Noriega, E. A. 2000. Ecología del reclutamiento del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871) en el Alto Golfo de California. Tesis de Doctorado, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada 117 pp.
- Aragón-Noriega E. A., E. M. Pérez-Arvizu & W. Valenzuela-Quiñonez, 2012. Latitudinal variation in reproduction timing of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Decapoda, Penaeidae) of the Mexican Pacific coast. *Crustaceana* 85 (3): 287-300
- Barton, E.D., M.L. Argote, J. Brown, P.M. Kosro, M. Lavin, J.M. Robles, R.L. Smith, A. Trasviña and H.S. Velez. 1993. Supersquirt: dynamics of the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Oceanography*. 6(1): 23-30.
- Bauer RT & J Lin. 1994. Temporal patterns of reproduction and recruitment in populations of the penaeid shrimps *Trachypenaeus similis* (Smith) and *T.*

- constrictus* (Stimpson) (Crustacea: Decapoda) from the Northcentral Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 182(2): 205-222.
- Bauer RT & RLW Vega. 1992. Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid species (Decapoda: Penaeoidea) from tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 161(2): 223-240.
- Bauer RT. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development* 22(1-3): 193-202.
- Baumgartner, T.R. and N. Christensen. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. *Jour. of Mar. Res.* 43: 825-848.
- Bernard, A. T. F. y P.W. Froneman. 2005. Population dynamics of the caridean shrimp *Palaemon peringueyi* in a temperate temporarily open/closed southern African estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 63:73-81.
- Cabrera, J. J. 1970. Informe sobre los programas de biología de camarón en los planes piloto Escuinapa y Yavaros (Report of the programmers of Shrimp Biology in the pilot study of Escuinapa and Yavaros). Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Autónoma de México. 12 pp.
- Cabrera, J. J., 1997. Los periodos de presencia y ausencia de las postlarvas del camarón *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone (Crustacea:Decapoda, Penaeidae) en una boca litoral tropical. *Rev. de Invest. Mar.*18(3): 260-267.
- Calderón Pérez, J.A. E. Macias Regalado y S. Rendón. 1989. Clave de identificación para los estadios de postlarva y primeros juveniles de camarón de género *Penaeus*, del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*. 15(3): 57-70.

- Castillo Moreno G., S Castañeda, T. J. López, C. Ñonté y F. López, 1992. Composición, distribución y abundancia de postlarvas en el estero Ostial y zona litoral adyacente. Mem. del Servicio Social Universitario, Esc. de Ciencias del Mar, Univ. Autón. de Sinaloa, 88 pp.
- Chapa, S. G. 1966. La laguna de Caimanero, su producción camaronera y proyecto para la realización de obras encaminadas a su incremento (Caimanero lagoon, the shrimp production and a Project for increasing it). Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas-Pesqueras, México, D. F. Serie de Trabajos de Divulgación No. 103, II: 1-37.
- Chapa-Saldaña, H. y R. Soto-López. 1969. Relaciones de algunos factores ecológicos con la producción camaronera de las lagunas litorales de sur de Sinaloa, México. (Relationship of some ecological factors and shrimp production of the littoral lagoons in the south of Sinaloa, México) In: Ayala-Castañares, A. y Phleger, F. B. (Eds) Coastal lagoons A symposium. UNAM-UNESCO. México, D. F. 28-30 Nov 1967: 653-662.
- Da Costa C & RA Fransozo. 2004. Reproductive biology of the shrimp *Rimpenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the Ubatuba of Brazil. Journal of Crustacean Biology 24(2): 274-281
- Da Costa RC, JO Blanco IF Machado, BR Campos, MG Avila 2010. Population biology of shrimp *Artemesia longinaris* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from the southern coast of Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom [J. Mar. Biol. Assoc. U.K.]. Vol. 90, no. 4, pp. 663-669
- Dall, W. B; J. Hill, P. C. Rothlisberg y D. J. Staples, 1990. The Biology of the Penaeidae. En: J. H. S. Blaxter and A. J. Southward (eds.), Adv. in Mar. Biol. Vol. 27. Academic Press, London. 489 pp.

- Del Valle-Lucero, I. 1989. Estrategia de producción y explotación en una laguna costera de México. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 266 pp.
- Del Valle-Lucero, I. y P. Martin. 1995. Interannual variation in the catch and mean length of penaeid shrimp in the lagoons and coastal waters of Sinaloa, NW Mexico, and their possible link with environmental factors. *ICES Mar. Sci. Symp.*, 199: 370-378.
- Edwards, R. R. C. 1978. The fishery and fisheries biology of the penaeid shrimp on the Pacific Coast of Mexico. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16: 145-180.
- Färber-Lorda, J., M.F. Lavin, M.A. Zapatero and J.M. Robles, 1994. Distribution and abundance of euphasiids in the gulf of Tehuantepec during wind forcing. *Deep-Sea Research I*. 41(2): 359-367.
- Felix Ortiz, J.A., O. Morales Pacheco, J.R. Padilla Gutiérrez, M.A. López Ibarra, J.R. Partida Lambaren, J.C. Padilla Corona y D.A. Tiznado Díaz. 1991. Composición y abundancia de postlarvas del genero *Penaeus* y grupos zooplanctonicos acompañantes en el estero Ostial y Zona Litoral adyacente. De junio de 1989 a junio de 1990. Mem. del Servicio Social Universitario, Esc. De Ciencias del Mar, Univ. Autón. de Sinaloa. 77 pp.
- Flores-Vidal, X, R. Durazo, C. Chavanne & P. Flament, 2011. Coastal circulation in the absence of wind in the Gulf of Tehuantepec, Mexico: High-frequency radar observations. *Ciencias Marinas*, 37(4A): 493–512.
- Forbes, A.T. y Benfield, M.C. 1986. Tidal behaviour of post-larval penaeid prawns (Crustacea Decapoda Penaidae) in southeast african stuary. *Journal Exp. Mar. Biol. Ecol.* 102:23-34.

- García Pámanes, F. y G. Chi Barragán 1991. Biología reproductiva y dinámica poblacional del camarón azul *Penaeus stylirostris* (Stimpson) en el Alto Golfo de California. Informe Final de Investigación Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Ensenada, B. C. 100 pp.
- García, S. y L. Le Reste, 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Doc. Téc. Pesca, (203):180 p.
- García, R. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köeppen. Offset Larios. México. 71 pp.
- García, S. 1985. Reproduction, stock assessment models and population parameters in exploited Penaeid shrimp populations. En: Rothlisberg P. C., B. J. Hill, and D. J. Staples, (eds) Second Australian National Prawn Seminar. Cleveland Australia. 139-158 pp.
- García, S. 1988. Tropical Penaeid prawns. En: Gulland J. A. (ed) Fish Population Dynamics. Jhon Wiley. Chichester. 219-249 pp.
- García-Gómez, M. 1976. Fecundidad del camarón café *Penaeus californiensis* y del camarón azul *Penaeus stylirostris* Puerto Peñasco y Guaymas, Sonora. In: INP-FAO editors. Memorias del Simposio sobre biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Sonora, México: S.I.C. Subsecretaria de Pesca, Instituto Nacional de Pesca. Vol. I. 131-139 pp.
- Garduño-Argueta, H. y Calderón-Pérez, J. A. 1994. Abundancia y maduración sexual de hembras de camarón (*Penaeus* spp) en la costa sur de Sinaloa, México. Ciencias Marinas, 1: 27-34.

- Gillett, R. 2010. Estudio mundial sobre las pesquerías del camarón. Documento técnico de pesca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 386 pp.
- Gracia, A. 1996. White shrimp (*Penaeus setiferus*) recruitment overfishing. Mar. Fresh. Res. 47: 59-65.
- Hill, A. E. 1991a. A mechanism for horizontal zooplankton transport by vertical migration in tidal currents. Marine Biology. 111: 485-492.
- Hill, A. E. 1991b. Vertical migration in tidal currents. Marine Ecology Prog. Ser. 75: 39-54.
- Hughes, D.A. 1969. Responses to salinity change as a tidal transport mechanism of pink shrimp, *Penaeus duorarum*. Biol. Bull. 142: 271-280.
- Instituto Nacional de la Pesca (INP), 2001. Camarón del Océano Pacífico. En: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. 1997-98. Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 5-62:691 pp.
- Jacobo Galaviz J. G., V. J. Román, J. C. Sotomayor, L. F Bojorquez, N. López, E. Macias y T. Pineda, 1994. Disponibilidad potencial de postlarvas del género *Penaeus* y grupos zooplanctónicos acompañantes en el estero Ostial y Zona litoral adyacente. Mem. del Servicio Social Universitario, Esc. de Ciencias del Mar, Univ. Autón. de Sinaloa., 95 pp.
- Kjerfve, B. 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: D. A. Wolfe (ed.), Estuarine variability. Academic Press Inc., San Diego, California, pp. 63-81.

- Legeckis, R. 1985. Upwelling off the Gulfs of Panamá and Papagayo in the Tropical Pacific during March 1985. *J. Geophys. Res.* 93 (C12): 15485-15489.
- Lluch-Belda, D; S. Guzmán y R. L. Soto. 1972. Programa camarón del Pacífico. Resultados parciales de muestreos en lagunas costeras del Noroeste. (Pacific shrimp programme. Partial results of Surveys in Coastal lagoons of the Northwest). Informe Técnico INP/S1: 14, Instituto Nacional de la Pesca, México: 1-3.
- López, G. L. 1967. Estudio sobre las migraciones de postmisis de *Penaeus vannamei* Boone. (Preliminary study of migrations of postmysis of *Penaeus vannamei* Boone). Proceedings of the World Science conference on the Biology and Culture de Shrimp and Prawns. *FAO Fish. Rep.* 57,2:405-415.
- Macias-Regalado, E. 1973. Estudio sobre patrones de distribución de postlarvas de camarón del género *Penaeus* durante sus movimientos entre el mar y las lagunas costeras (A study of patterns of distribution of postlarval *Penaeus* during their movements between the sea and coastal lagoons) *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.* 1-62.
- Mair, J. McD. 1979. The identification of postlarvae of four specie of *Penaeus* (Crustacea: Decapoda in of Pacific Coast of Mexico. *Jour. Zool. Lond.* 188: 347-351.
- Mathews CP. 1981. A review of the North American penaeid fisheries, with particular reference to Mexico. *Kuwait Bulletin of Marine Science* 2: 325-409.
- Matthews, T.R., W.W. Schoroeder y D.E. Stearns. 1991. Endogenous rhythm, light and salinity effects on postlarval brown shrimp *Penaeus aztecus* lves recruitment to estuaries. *J. Exp. Mar. Ecol.* 154: 117-189.

- Medina Reyna, C.E., 1991. Distribución y abundancia de las postlarvas pelágicas del género *Penaeus* (Crustacea: Decápoda) en la zona costera del Golfo de Tehuantepec durante el verano de 1990. Tesis (Licenciatura). Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.
- Medina-Reyna, C. E. 1999. La retención de las artes de pesca de camarón como indicador de la estrategia pesquera en la laguna del Mar Muerto, Oaxaca. *Ciencia y Mar* 2(7): 13-22.
- Medina-Reyna, C. E., B. Sánchez-Meraz, L. A. Chávez-Otañez y A. Zayas-Alvarez. 2001. ¿Qué tanto afecta el "Norte" a las postlarvas y juveniles de camarón en la laguna Mar Muerto. *Ciencia y Mar*. 5(14): 3-12.
- Moore, N.H. and D.J.Slinn, 1984. The physical hidrology of a lagoons system on the Pacific Coast of México. *Estuar. Coas. and Shelf Sci.* 19: 413-426.
- Ortega, S. A. y P. A. Nuñez. 1974. Migración de postlarvas de camarón *Penaeus spp.* entre Mazatlán, Sinaloa y San Blas, Nayarit, México. (Migration of postlarvae of *Penaeus spp.* between Mazatlan, Sinaloa and San Blas, Nayarit, Mexico) V. Congreso Nacional de Oceanografía, Guaymas, México, octubre 1974.
- Ouellet, P. and D. Lefaivre, 1994. Vertical distribution of northern shrimp (*Pandalus borealis*) in the Gulf of St. Lawrence; implications for trophic interactions and transport. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 123-132.
- Partida Rojas G., T. Montoya, Y. Samaniego, M. González, H. Pérez y F. Carrillo, 1987. Reclutamiento de postlarvas de camarón del género *Penaeus* y grupos del zooplancton al Sistema Lagunar Huizache Caimanero a través de la boca del Río Presidio durante 1985. Mem. Del Servicio Social Universitario de la escuela de Ciencias del Mar. U.A.S., 85 pp.

- Pedraza Medina, H., 1976. Estudios de postlarvas de camarón *Penaeus* spp en el área marina de Topolobampo, Sinaloa. Memorias, Simposio sobre biología y dinámica poblacional de camarones. S.I.C./ Subsecretaría de Pesca. Instituto Nacional de Pesca. Guaymas, Sonora, México. Tomo I pp 85-103.
- Penn J. W. y N. Caputi 1985. Stock-recruitment relationships for the tiger prawn (*Penaeus esculentus*) fishery in Exmouth Gulf, Western Australia, and their implications for management. In Rothlisberg P. C. B . J. Hill and D. J. Staples (Editors) Second Australian National Prawn Seminar, NOS2. Cleveland, Australia. pp 165-173.
- Penn J. W. y N. Caputi 1986. Spawning stock-recruitment relationships and environmental influences on the tiger prawn (*Penaeus esculentus*) fishery in Exmouth Gulf, Western Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 37:491-505.
- Penn, J. W. 1984. The behavior and catchability of some commercially exploited Penaeids and their relationship to stock and recruitment. pp 173-186. In: Gulland J. A. and B. J. Rothchild (Editors.) Penaeids Shrimp: Their biology and management. Fishing News Books Ltd., Farnham, UK.
- Peraza Vizcarra, R. 1985. Transporte litoral de arenas en playas de la costa sur del Estado de Sinaloa. Tesis de Maestría. Unidad Académica de los ciclos Profesional y de Postgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM. México D.F.
- Ramos-Cruz, S. 2001. Composición por tallas, edad y crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Natantia: Penaeidae), en la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, Mexico. Rev. Biol. Trop. 48(4): 873-882.
- Ramos-Cruz, S. y E. Ramos Santiago. 2006. Abundancia relativa de postlarvas de camarones peneidos en la bahía Salinas del Marqués, Golfo de Tehuantepec,

- México. Marzo a junio de 1999. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 41(1): 121-128.
- Ramírez-Rojo R, & E. A. Aragón-Noriega 2006 Ecología de postlarvas de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) y camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el estuario del Río Colorado *Ciencias Marinas* 32 (1a):45-52
- Rodríguez de la Cruz, M. C. 1976. Distribución de los estados larvales y postlarvales de los géneros de la familia Penaeidae en la parte central y norte del Golfo de California. *Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones S. I. C./ Subsecretaría de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Tomo I. Guaymas, Sonora, México. 316-350 pp.*
- Rodríguez-Domínguez, G; N. Castañeda-Lomas, J. A. Félix-Ortiz, R. M. Garduño-Gil, L. G. Rodríguez-Delgado, M. Cardenas-Valdéz y A. Avantes. 2002. Aplicación del análisis multicriterio para evaluar diferentes soluciones a la problemática de la pesquería de camarón entre sectores en las costas de Sinaloa, México. *Informe Final, Universidad Autónoma de Sinaloa* 56 p.
- Rogers, B. D., R. F. Shaw, W. H. Herke and R. H. Blanchet. 1993. Recruitment of postlarval and juvenile Brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) from offshore to estuarine water of the northwestern Gulf of México. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 36: 377-394.
- Romero-Sedano, C. E; A. Aragón-Noriega, M. Manzano-Sarabia, C. A. Salinas-Zavala y A. R. García-Juárez. 2004. Reproductive period of brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) in the Agiabampo coastal lagoon System, Sonora/Sinaloa, México. *Ciencias Marinas*. 30(3): 465-475.
- Rothlisberg, P.C. 1982. Vertical migration and its effect on dispersal of penaeid shrimp larvae in the Gulf of Carpentaria, Australia. *Fish. Bull.* 80(3):541-554 p.

- Rothlisberg, P.C., C.J. Church y A.M.G. Forbes. 1983. Modeling the advection of vertically migrating shrimp larvae. *Journal of Mar. Res.* 41: 511-538 p.
- Rothlisberg, P. C., and J. A. Church, 1994. Processes Controlling the Larval Dispersal and Postlarval Recruitment of Penaeid Prawns. In 'Coastal and Estuarine Studies - The Bio-physics of Marine Larval Dispersal'. Eds. P. W. Sammarco and M. Heron. American Geophysical Union: Washington, DC. pp. 235-252.
- Rothlisberg, P.C., P.D. Craig and J.R. Andrewartha, 1996. Modelling Penaeid prawn larval advection in Albatross Bay, Australia: defining the effective spawning population. *Mar. Freshwater Res.* 47: 157-168.
- Sánchez-Meraz, B., J. A. Martínez-Vega. 2000. Inmigración de postlarvas de camarón *Litopenaeus* sp y *Farfantepenaeus* sp a través de la Boca el oro del sistema lagunar Corralero-Alotengo, Oaxaca. *Ciencia y Mar.* 4(12): 29-46.
- Siu-Quevedo, M. E. 1995. Composición específica y abundancia de postlarvas de *Penaeus* spp (crustacea decápoda) en el canal ostial del sistema laguna Huizache-Caimanero y en la zona litoral adyacente en Sinaloa, México. Tesis de Maestría. CICESE Ensenada, B. C. 79 pp.
- Solís-Ibarra, R., J.A. Calderón-Pérez y S. Rendón-Rodríguez, 1993. Abundancia de postlarvas de camarón blanco *Penaeus vannamei* (Decapoda:Penaeidae) en el litoral del sur de Sinaloa, México, 1984-85. *Rev. Biol. Trop.*, 41 (3): 573-578.
- Soto, L. R. 1969. Mecanismo hidrológico del sistema de lagunas litorales Huizache-Caimanero y su influencia sobre la producción camaronera. (Hydraulic mechanism of the Littoral Lagoon system Huizache-Caimanero and its influence on shrimp Production) Universidad Autónoma de Baja California, México. 1-75.

- Soto, L. R. y R. Bush. 1975. Análisis de los muestreos de camarón en los esteros del sur de Sinaloa. Temporada 1973. (Analysis of Shrimp samples in the Esteros of the South of Sinaloa, 1973) Programa camarón del Pacífico. Instituto Nacional de la Pesca. México. INP/S1. 15 p.
- Trasviña, A., E.D. Barton, J. Brown, H.S. Vélez, P.M.. Kosro and R.L. Smith, 1995. Offshore wind forcing in the Gulf of Tehuantepec, México: the asymmetric circulation. *Journal of Geophysical Research*, 100(C10): 20649-20663.
- Verdín Heras A., M .L. Franco, O. Rojo, G.Valenzuela, A. Soberanes y R. Alejo, 1991. Disponibilidad potencial de postlarvas en el estero Ostial y en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio. Memoria de Licenciatura. E.C.M., U.A.S., 72 p.
- Villarreal H, Ocampo L. 1993. Effect of size and temperature on the oxygen consumption of the brown shrimp *Penaeus californiensis* (Holmes, 1900). *Comp Biochem Physiol* 106A(1):97-101.
- Wickins JF. 1976. Prawn biology and culture. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 14: 435-507.
- Wyrski, K. 1966. Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.* 4: 33-380.
- Zar, J. H. 1984. Bioestatistical analysis. Prentice-Hall International Inc. Englewood Cliffs, N. J. 718 pp.