

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT

Facultad de Ingeniería Pesquera



POR LO NUESTRO A LO UNIVERSAL

*Aspectos sobre la Distribución y la Abundancia
de los Camarones Comerciales (*Penaeoidea*), en
el Litoral de Nayarit, México.*

TESIS

Que para Obtener el Grado de:
MAESTRO EN INGENIERIA PESQUERA



SECRETARÍA DE DESARROLLO
ECONÓMICO Y CALIDAD DE VIDA

Presenta:

Angel Enrique González García

Bahía de Matanchén, Nayarit, México, Mayo del 2000

Reconocimientos

El desarrollo del presente trabajo, fue posible gracias a la colaboración y participación en forma directa de un buen número de personas que de cierta manera se encuentran involucrados en las cuestiones pesqueras y la investigación

A los compañeros de labores del CRIP-Mazatlán del proyecto camarón del Pacífico, por proporcionar buena parte de la información contenida en el presente estudio.

Al Ing. Vicente Moreno B. por su apoyo en el aspecto computacional. En igual forma al Ing. Laurentino Rivera por facilitar documento referente al área de estudio, ambos compañeros del área de tecnología de capturas de éste centro, a la gente de mar de la flota camaronera del Pacífico en los periodos de muestreos y muy en especial al Dr. Juan Madrid Vera, quien como asesor y director en la presente tesis, fue un apoyo determinante para este fin.

A todos ellos mi agradecimiento.

Contenido

Reconocimientos	2
Resumen	4
Introducción	5
Antecedentes	9
Objetivos	16
Área de estudio	17
Material y métodos	22
Resultados	27
Discusión	53
Conclusiones	62
Literatura	65

Resumen

Los datos provienen de las capturas comerciales de investigación realizadas en la plataforma continental de las costas de Nayarit, en épocas de veda del periodo de 1990 a 1997. Se analizaron un total de 359 de arrastre 1 hora cada uno. De 306 arrastres se tuvieron datos de temperatura y profundidad, el total en kilos de peces y camarones fue de 24,233.26 kgs, de los cuales el 98.2% fueron peces y 1.8% camarones. La proporción de camarones y peces ha disminuido de 1990 a 1997. Entre los camarones *Litopenaeus stylirostris* o camarón azul representó el 0.56% del total de las capturas (incluyendo peces) y el 31.1% de las capturas de camarones. *Litopenaeus vannamei* el camarón blanco, representó el 1.01% y el 56.01% respectivamente. El camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) representó el 0.22% de las capturas totales y 12.2% de las capturas de camarones. El camarón cristal *Farfantepenaeus brevisrostris* el 0.012% y el 0.68% respectivamente. Una prueba de Friedman, produce diferencias significativas ($\chi^2=309.2$, $N=359$, $g.l.=3$ y $P<0.000001$) cuando se comparan las capturas por unidad de esfuerzo (biomasa/hora) totales, de las 4 especies de camarones de todos los arrastres. Las tallas mínimas crecen en el tiempo de manera significativa ($P<0.05$) y la pendiente es mayor 0.20. El análisis métrico dimensional de las matrices de 289, 187 y 27 arrastres de las 4 especies de camarones permite observar la formación de 3 grupos significativos (Estrés <0.05): el camarón café y el cristal, el camarón azul y el camarón blanco. Las dimensiones están relacionados significativamente con la temperatura ($P<0.05$) y marginalmente con la profundidad ($P<0.09$). El esfuerzo óptimo fue de 3.45 kgs por hora.

Palabras claves: camarones, peces, esfuerzo óptimo, abundancia y temperatura y profundidad, ordenamiento y grupos de peces.

Introducción

El camarón como un recurso de la mayor importancia, generó la existencia de una pesquería, que al nivel nacional proporciona una captura promedio anual de unas 52,000 toneladas y genera unos 100,000 empleos directos, llegando a producir 500 millones de dólares de divisas (SEMARNAP 1998)

Según diversos comentarios hay descensos en la producción, que pueden estar relacionados entre otros factores a la modificación de las zonas estuarinas derivadas de su utilización para las actividades económicas (agroindustria), que han afectado la producción de los camarones al limitar sus zonas de crecimiento. También se ha comentado que la pesca ejercida por las embarcaciones menores, han propiciado la captura de importantes volúmenes del recurso en su etapa de reproductor y juvenil, que no ha sido evaluado. Asimismo se ha discutido que la colecta de larvas para la acuicultura ha impactado grandemente a las poblaciones, disminuyendo tanto su biomasa como los volúmenes de captura. Desde luego de la misma forma se han estudiado los impactos generados por la creciente actividad de la flota pesquera.

Este recurso también ha resentido cambios climatológicos que han afectado su distribución y abundancia en todo el litoral, observándose que la pesquería, como en otras más, puede sufrir efectos de largo plazo que afecten su productividad, si además se combina con un esfuerzo de pesca incrementado y sostenido.

Por otra parte, es bien conocido que los camarones responden a cambios climatológicos de mediano y corto plazo (Zein-Eldin y Aldrich 1965, Garduño-Argueta y Calderón-Pérez 1995, Cavivière y Rabarinson-Andriamirado 1997, Fry *et al.* 1999), modificando los patrones de reproducción, crecimiento, vulnerabilidad, que tiene consecuencias importantes sobre los mecanismos de la renovación y conservación de la especie. Sin embargo estos estudios de las relaciones entre las abundancias y las variables ambientales aun son escasos en las costas mexicanas y por esto es uno de los intereses de ésta tesis, por aparte de estudiar los problemas pesqueros, también analizar las relaciones entre las variables ambientales para cada especie y para los grupos de especies que se forman en el tiempo.

Se conoce que algunas poblaciones de penaídos a nivel circuntropical, mantienen relaciones muy fuertes con las zonas estuarinas, las que

funcionan como zonas de alimentación y crianza. Los desoves de las poblaciones adultas suceden en las desembocaduras de los ríos y las poblaciones de larvas migran hacia las aguas continentales, posteriormente los juveniles regresan a la plataforma continental para completar su crecimiento. La longevidad de estas especies es de hasta 2 años y los grupos de edad parecen ser anuales, aunque se puedan distinguir cohortes dependientes de las variaciones intrapoblacionales, relacionadas con los patrones de distribución de la especie (Kenyon *et al.* 1997) y las variaciones en las épocas de reclutamiento.

Para los investigadores dedicados al estudio de los penaídos, aun no es claro como los elementos climatológicos han afectado el tamaño de las poblaciones, de igual manera se desconoce como el incremento de los niveles de esfuerzos ejercidos en esta pesquería secuencial, propician la inestabilidad de la población, con posibilidades de precipitar el colapso de las mismas (Gunter y Hildebrand 1954). Este recurso de nuestro estudio, es de lo más dinámico en su crecimiento y evolución, aunque ha sido de los más estudiados en el país, existen grandes huecos en el conocimiento que han hecho muy difícil su administración racional y responsable (O'Neill *et al.* 1999).

En el litoral de Nayarit los estudios de la biología y la pesquería de éstas especies de camarones no son abundantes de ahí que en éste trabajo se proponga de manera específica, conocer los patrones de la abundancia y la distribución temporal de los principales camarones comerciales en relación con las diferentes profundidades y temperaturas superficiales, a partir de un período de siete años.

Los datos que se analizan provienen de las flotas comerciales y de investigación en las épocas de vedas, en las que se supone que las poblaciones se encuentran en un periodo de mayor reproducción y la tasa de mortalidad por pesca es baja, al menos en alta mar y la información que puede proporcionar es de fundamental importancia en el manejo de estos recursos.

Antecedentes

Existen una serie de trabajos relacionados con la taxonomía, la abundancia y la distribución de los camarones que sirven de referencias generales. Un trabajo básico de la taxonomía recientemente publicado es el de Pérez-Farfante y Kensley (1997). Entre los estudios de la abundancia y la distribución destacan el Wicksten y Hendrickx (1992) en el que mencionan que en las aguas del Pacífico Este Tropical se encuentran 39 especies de *Penaoides* (desde México hasta el norte de Perú), de las cuales 35 presentan una importancia pesquera actual o potencial y circunscritas a la región del Pacífico Centro Oriente (desde México hasta el sur de Colombia). En el sur de Sinaloa Hendrickx (1993) ha señalado la presencia de 19 especies de *Penaoides*, que representa el 86% de la fauna conocida para el Golfo de California. Este valor tan alto puede asociarse a la presencia dominante de fondos blandos o mixtos (plataforma, esteros, lagunas y playas arenosas) que favorecen la presencia de los camarones penaídos

En México existen 7 especies de mayor importancia comercial de las cuales 3 se encuentran en los litorales del Golfo de México y que son: *Penaes setiferus*, *P. aztecus* y *P. dorarum*, y las cuatro especies del Pacífico, motivo del presente trabajo, son: el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, el

camarón azul *L. stylirostris*, el camarón café *Farfantepenaeus californiensis* y el camarón cristal (*Farfantepenaeus brevirostris*) (Hendrickx 1993).

Pérez-Farfante (1970), Chapa (1958) y Mendez (1986) manifiestan que *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), se encuentra desde la parte norte del Golfo de California hasta Caleta La Cruz, en Perú. En cuanto a su habitat y batimetría esta especie es característica de fondos arcillosos y arenosos, entre 5 y 75 m. de profundidad y se pesca principalmente en las lagunas costeras (Mendez 1986; Hendrickx 1985, 1986; Hendrickx 1993), otros registros publicados son entre 22 y 56 m sobre la plataforma y de 1 a 4 m. (ó más) en los sistemas lagunares donde la especie efectúa una parte importante de su crecimiento (Hendrickx 1984), las tallas máximas reportadas son de hasta 230 mm de longitud total (Pérez-Farfante 1970). Chapa (1966) y Sepúlveda (1981) señalan que en el sur de Sinaloa hay un predominio de hasta un 90% de camarón blanco, en los sistemas estuarinos y lagunares del Huizache-Caimanero, que según los autores es una zona de crianza y crecimiento de este camarón

Para *Farfantepenaeus californiensis* (Holms, 1900), Hendrickx (1986) establecen que la distribución de esta especie abarca desde la Bahía de San

Francisco California, Estados Unidos hasta El Callao, Perú, incluyendo la totalidad del Golfo de California y las islas Galápagos (Mendez 1986; Hendrickx 1986), en cuanto a la batimetría y habitat comentan que la especie se encuentra en fondos arenosos y arcillosos de 2 a 180 m de profundidad. *F. californiensis* presenta su mayor abundancia entre 25 y 50 m de profundidad (Hendrickx 1995). La talla máxima reportada es de 240 mm (Pérez-Farfante 1970). *F. californiensis*, es la especie de mayor importancia comercial en México. Se captura esencialmente frente a la costa occidental de Baja California (entre Sebastian Vizcaino y Cabo Falso), y en el área del Golfo de Tehuantepec (Rodríguez de la Cruz 1981).

Para el camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871), Mendez (1986) comenta que se distribuye desde Punta Abreojos, Baja California Sur y el Alto Golfo en México, hasta Tumbes en Perú. En cuanto a su habitat y batimetría, el mismo autor comenta que la especie se encuentran de 4 a 5 m. de profundidad, con una preferencia por las aguas poco profundas (hasta 30 m). Ha sido encontrado ocasionalmente en aguas más profundas, hasta 45 m. (Hendrickx 1995). Respecto a tallas se encontró una hembra de 263 mm (Pérez-Farfante 1970; Mendez 1986). Sepúlveda (1996) da información del desarrollo y el crecimiento de esta especie en sistema lagunar de Bahía Magdalena-Almejas en la Baja California Sur,

donde domina en 80 al 90% respecto del camarón café. Informa que se considera que el camarón azul se desarrolla en forma adecuada en el litoral del Pacífico Norte. Según este autor las fluctuaciones de la producción han sido considerables y la década de los ochenta ha sido una de las peores. Por otro lado, señala longitudes máximas observadas de hasta 200 mm. También comenta las variaciones en la estructura de la población, en términos de las composiciones de grupos modales para los periodos de 1988-1989 y 1989-1990

Farfantepenaeus brevisrostris (Kingsley, 1878), tiene una distribución geográfica desde el norte de Sinaloa, México hasta Cabo Blanco, Perú. El habitat y la batimetría incluye a fondos arenosos y arcillosos de 21 a 183 m (Mendez 1986). Hendrickx (1986) señala la presencia de *F. brevisrostris* entre 66 y 72 m en fondos arenosos relativamente ricos en limo y arcilla. La talla máxima registrada es de 208 mm. Según Hendrickx (1995), su captura puede alcanzar entre un 5 y 10% de la pesca. Garduño-Argueta y Calderón-Pérez (1995) han comentado que las variaciones de la distribución con respecto de la profundidad de esta especie están relacionadas a los cambios estacionales en los parámetros ambientales.

Referencias generales sobre los efectos de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento de *Litopenaeus vannamei*, son los de Ponce-Palafox *et al.* (1997) que han observado que la supervivencia y el crecimiento de los juveniles de esta especie son mejores alrededor de los 28 y los 30 °C y los 33 a 40 ‰ de salinidad. Otros autores como Zein-Aldrich (1965) han notado que la supervivencia de 80 a 100% en el corto plazo, a temperaturas de 7 a 35 °C en postlarvas de *L. aztecus*. En experimentos de un mes de duración las tasas de sobrevivencia se incrementan con la temperatura desde el 65% a 15 °C al 98% a 20 °C, cayendo a 0% a 35 °C (Zein-Aldrich y Griffith 1966). En postlarvas de *Penaeus monodon*, Motosh (1981) ha encontrado que la longitud y el peso se incrementan rápidamente a temperaturas entre 25 y 32 °C, que lo que sucede a bajas temperaturas de 11 a 18 °C, por otro lado a pesar de las condiciones de salinidad, las tasas de crecimiento fueron mayores a 32 grados que a 25. Las larvas y juveniles de *P. monodon* toleran las bajas temperaturas de 10 °C en cortos periodos de tiempo. En estudios de *L. stylirostris*, en acuarios, las tasas de sobrevivencia alcanzan el 98% a 39 °C, siendo las mayores tasas de crecimiento a 31 °C y 30 ‰ (Bassanesi 1982). En experimentos de 30 días Huang (1983) concluye que las postlarvas de *L. vannamei*, crecen mejor a 20 ‰ y hay pobres resultados a 5 ‰ y 45 ‰. Ponce-Palafox *et al.* (1997)

comentan que *L. vannamei* es una especie cuya distribución natural se extiende a aguas salobres y dulces, donde los ciclos de precipitación y evaporación exponen a la especie a amplia variaciones en temperatura y salinidad.

Aspectos sobre los patrones de inmigración de larvas han sido tratados por Rogerio (1983), quien estudiando la desembocadura del Río Baluarte, encontrando que estas migran a través de las capas de medio fondo y fondo y que las mayores densidades de postlarvas de *F. californiensis* ocurren de noviembre a abril. Las de *L. stylirostris* de mayo a junio y de julio a septiembre. Las máximas densidades son de *L. vannamei*. La aparición de *F. brevisrostris* es más o menos constante a lo largo del año, presentando una clara predominancia en enero de 1981. Para la pesquería de camarones en general Rodríguez de la Cruz (1981) y Grande-Vidal y Arias (1991) habían declarado desde la década de los 70 a comienzos de los noventa, que el recurso se encontraba en niveles de sobreexplotación. Por otro lado, Grande-Vidal y Arias (1991) apreciaban la existencia de poblaciones o subpoblaciones de camarón en la zona de operación de la flota comercial, señalan además que existe una tendencia a capturar camarón café y cristal de tallas de 80 a 140 mm y las capturas de camarón blanco y azul tienden a ser tallas mayores de hasta 250 mm de longitud

total. Sin embargo las gráficas para el camarón blanco muestran a tallas máximas de 225 mm.

Para terminar esta sección es importante considerar que la información disponible en cuanto a distribución de las especies de camarón en relación con los parámetros ambientales sigue siendo escasa y en esta tesis se pretende contribuir a su conocimiento.

Objetivos

Objetivo general

Investigar los patrones de la distribución y abundancia del recurso camarón en el litoral del estado de Nayarit, México.

Objetivos específicos

Determinar la distribución de las principales especies de camarones comerciales, en relación con la temperatura y la profundidad, factibles de capturar mediante el sistema de arrastre de fondo.

Estudiar la formación de grupos de especies con relación al tiempo y al espacio

Analizar si durante el periodo de estudio han cambiado el volumen de las capturas y las tallas de las capturas

Area de estudio

Definición y Topografía

El área objeto del presente estudio corresponde a la Plataforma Continental del Pacífico Central Mexicano y comprende desde el canal de Cuautla norte en el litoral de Nayarit, en las coordenadas geográficas 22° 15' Latitud Norte, y 105° 38' Longitud Este, hasta el punto denominado Sayulita al sur del estado en las coordenadas 20°48' de Latitud Sur y 105°33' de Longitud Este, cerca de los límites con Puerto Vallarta en el estado de Jalisco (Figura 1).

El litoral de la costa occidental de Nayarit tiene una extensión aproximada de 289 Km. La plataforma continental tiene una extensión aproximada de 10,619 km². De acuerdo a la clasificación efectuada por Carranza-Edwards *et. al.* (1975), se caracteriza por tener una plataforma continental amplia y salud continental moderado a fuerte, alcanzando su máxima amplitud en las Islas Marías con cerca de 82 Km. Además se ubica dentro de la Planicie Costera Noroccidental y está limitada al sur por el extremo de la Cordillera Neovolcánica.

Junto con Sinaloa, se considera como el complejo sedimentológico más extenso del Mar de Cortéz (Byrne y Emery 1960; Ayala Castañares *et al.*

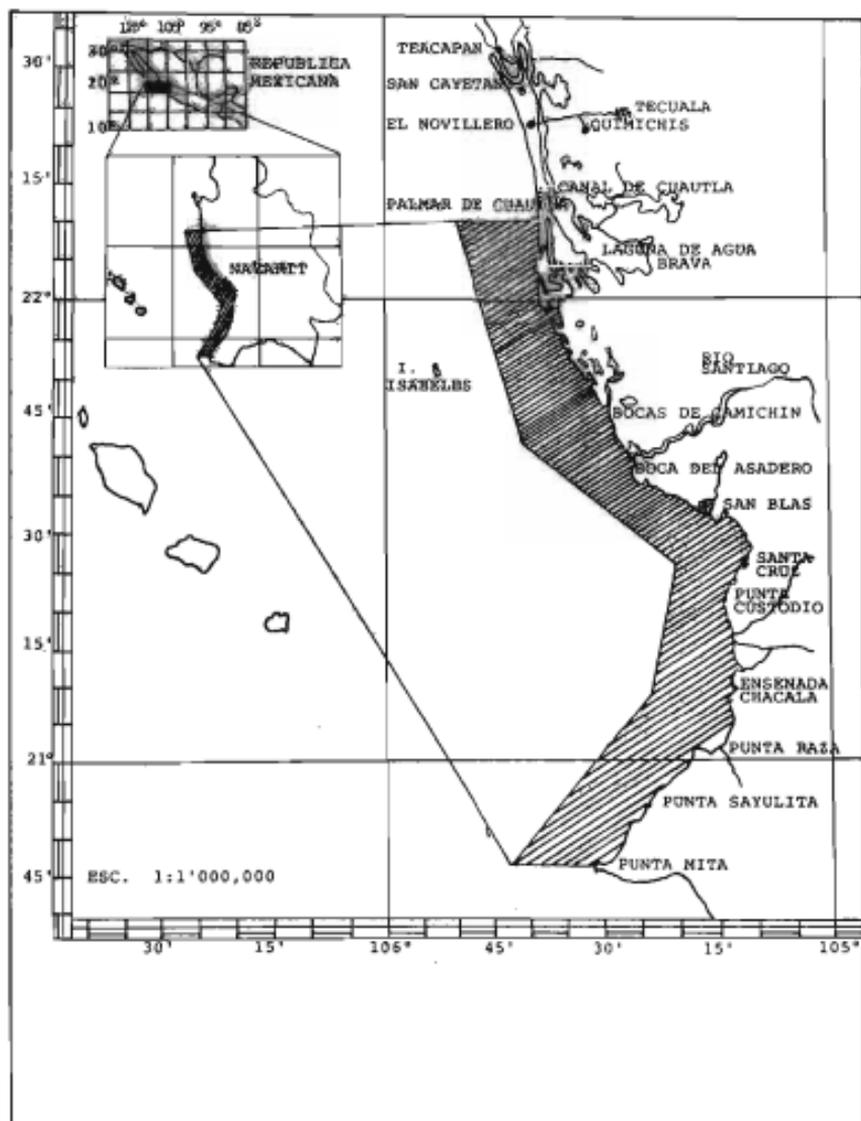


Figura 1. - Zona de estudio en la costa de Nayarit, México.

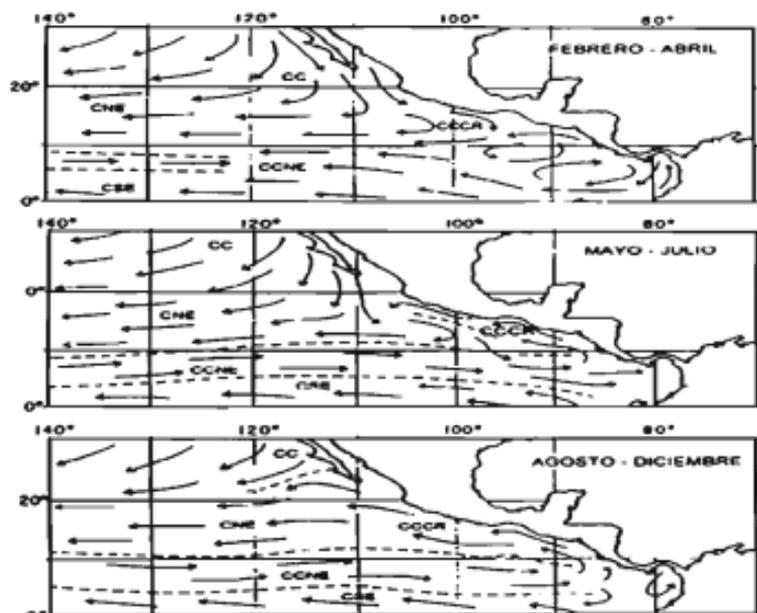


Figura 2. - Esquema de las corrientes principales del Pacífico Mexicano. CC es la Corriente de California, CNE es la Corriente NorEcuatorial, CCCR es la Corriente Costera de Costa Rica, CCNE es la Contra Corriente Norecuatorial, CSE es la Corriente Sur Ecuatorial. Modificado de Badan 1997.

1970), con fondos arenosos predominantemente en profundidades menores a los 200 m. En la zona de estudio se han mencionado la existencia de tres principales masas de aguas: las aguas superficiales y subsuperficiales de la región de la boca del Golfo de California, que se encuentran bajo la influencia de las corrientes marinas de California, la Corriente Norecuatorial, la Contracorriente Norecuatorial y la Corriente Costera de Costa Rica (Baugmarker y Christensen 1985, Xie y Hsieh 1995, Badan 1997). La

corriente Costera de Costa Rica llega hasta el extremo sur de la punta de la Península de la Baja California, donde confluye con la Corriente de California y juntas giran en dirección hacia el oeste en varios ramales para alimentar la Contracorriente Norecuatorial. La profundidad de la Corriente de Costa Rica, puede ser de unos 600 m y su influencia principal y duradera es de agosto a diciembre, del verano al otoño, aunque Wyrki (1966), señala la existencia de unos 3 periodos (Figura 2).

En el Pacífico Este las principales masas de aguas superficiales y subsuperficiales, incluyen a las Aguas Tropicales en el centro y a lo largo de la latitud de 10° N. Las masas de Aguas Subtropicales, a lo largo de los bordes norte y sur del Pacífico Tropical Este y que contienen a los giros subtropicales y las Aguas Superficiales Ecuatoriales que se encuentran entre las masas de aguas tropical y subtropical (Fiedler 1992, Fiedler *et al.* 1992, NOAA 1999).

También es importante mencionar que la zona se encuentra bajo la influencia de los ciclos de 2 a 7 años, del fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (Fiedler *et al.* 1992; Ramp *et al.* 1997).

Además están las Aguas Subárticas que confluyen con las Aguas Ecuatoriales cerca del 23° Norte y que cerca de los 22° Norte se encuentran

dominando las Aguas Ecuatoriales (Sverdrup *et al.* 1942). Por debajo de 300 m de profundidad y a menos de 30 km de la costa en el sistema de la Corriente de California, las características son también de las de Aguas Ecuatoriales, acarreadas hacia el norte por la Contracorriente de California (Barton y Argote 1980; Gómez-Váldez 1984, Badan 1997).

Material y Métodos

Los datos provienen de las capturas realizadas en embarcaciones de tipo camaronero de la flota comercial y de investigación del Instituto Nacional de la Pesca, durante los periodos de veda de los años 1990, 1992, 1994, 1995, 1996 y 1997. El número de cruceros fue de 20, el número de lances fue de 358 con una hora de duración. Los organismos capturados fueron el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*), camarón café (*Farfantepenaeus californinesis*) y camarón cristal (*Farfantepenaeus brevisrostris*).

La operación de pesca se realizó con base en el plan de muestreo establecido por el Instituto Nacional de la Pesca, dividiendo el litoral en subzonas y una red de estaciones previamente establecida con una duración de 60 minutos efectivos de arrastre por cada lance, en profundidades de 3 hasta 40 brazas, que es el área donde la flota pesquera opera regularmente. Pasados 5 minutos de inicio del lance, se tomaron las mediciones y los registros correspondientes relacionados con el equipo de pesca y los parámetros ambientales.

Una vez efectuado el arrastre se procedió a separar las diferentes poblaciones de camarones de las cuales se toma una muestra de 5

kilogramos, la cual se analizó y se obtuvo información de la proporción de especies, sexos y tallas.

De cada arrastre se registró la duración, la profundidad, la temperatura, la salinidad, la hora de inicio y termino, la captura, la composición de la captura, el peso total de los camarones y sus tallas, el peso total de las capturas de peces y el peso total de los llamados peces finos, que incluye a pargos (Lutjanidae), robalos (Centropomidae), mojarras (Gerreidae), curvinas (Sciaenidae), meros (Serranidae) y sierras (Scombridae).

Los datos fueron registrados y con ellos se preparó una base de datos. Los datos fueron transformados a capturas por unidad de esfuerzo en kilogramos por hora y de allí a logaritmo natural+1. Para cada especie de camarón se analizó si se distribuían normalmente y como esto no sucedió, en la mayoría de los casos, se utilizaron técnicas de análisis no-paramétricas.

A partir de los datos de las capturas por unidad de esfuerzo (cpue), se calculó los porcentajes por especie respecto de la captura total incluyendo a peces y respecto a la de camarones. También se calcularon las proporciones de camarones/peces, considerando solo los datos de captura por unidad de

esfuerzo y que a su vez tuviesen datos de la llamada fauna de acompañamiento

Las relaciones entre abundancias o capturas por unidad de esfuerzo por especie y la temperatura y la profundidad fueron analizadas por regresión de rangos de Spearman, calculándose los valores de los parámetros y los valores de probabilidad ($p < 0.05$).

También se analizaron las relaciones entre abundancias por especie y la temperatura y la profundidad, por medio de una representación gráfica de los datos, utilizando una distancia ponderada por mínimos cuadrados y ajustadas a una curva por una regresión de polinomios de segundo orden, calculada para cada valor sobre la escala de la x y así determinar el valor de y correspondiente, tal que la influencia de los puntos sobre la regresión decrece con la distancia de un valor particular de x . La curva calculada por este procedimiento de alisamiento consiste de segmentos que no pueden ser descritos por alguna función (polinomios o logarítmica), sin embargo la segmentación y la naturaleza de la curva, pueden contener información interpretable, acerca del fenómeno investigado y abren posibilidades para conocer las funciones lineales o no lineales que pueden ser desarrolladas.

Para probar la significación de las relaciones entre el conjunto de las variables y las abundancias se realizó un análisis de covarianza, en el cual la profundidad fue la variable independiente, las abundancias de cada especie las variables dependientes y la temperatura fue la covariada, utilizando los rangos de 1 braza como códigos para los factores entre grupos (Zar 1986, Statsoft 1996).

Los cambios de las tallas de las especies tomadas durante los muestreos fueron graficados en intervalos de clase de 1 cm. De cada Muestreo se tomó el intervalo de clase mínimo, mediano y máximo los cuales fueron relacionados contra las secuencias de fecha y analizados por correlación lineal.

La formación de grupos fue analizada por análisis métrico dimensional (MDS) a partir del cálculo de las distancias euclidianas de los datos transformados (logaritmo natural de las $cpue+1$). El método de agrupamiento de los datos fue el de promedios pares no ponderados (UPGMA). A la matriz resultante se le realiza un eigenanálisis y los resultados de los eigenvectores son graficados en dos dimensiones si esta es significativa. La aproximación a la significación se calcula a través del algoritmo de Guttman-Limoges (Statsoft 1996) y se presenta como el estrés.

Los valores de las dimensiones fueron analizados por correlación de rangos de Spearman con respecto a las variables ambientales para analizar que tipo de relación guardaban.

Resultados

El periodo de muestreo abarcó de 1990 a 1997 e incluye a los meses de junio, julio, agosto y septiembre de 1990, mayo, julio y agosto de 1992, julio y agosto de 1994, agosto de 1995, marzo, junio, julio y agosto de 1996 y mayo, junio, julio y agosto de 1997. El número de arrastres fue de 359 de 1 hora de duración cada uno.

El periodo de muestreo que incluye datos de captura por unidad de esfuerzo y temperatura y profundidad abarca a los meses de junio, julio de 1990, julio y agosto de 1994, agosto de 1995, marzo, junio, julio, agosto de 1996 y mayo, junio, julio y agosto de 1997 y el número total de arrastre fue de 306 (tabla 1). En este periodo el total en kilos de los peces y camarones fue de 24,233.26 kilogramos, de los cuales 23,795.5 kilogramos fueron de peces (Tabla 1) y presenta el 98.2% del total. Unos 438.14 kilogramos pertenecieron al total de camarones y representa 1.8% de la captura.

Entre los peces, los llamados en esta tesis peces finos, que incluyen a las familias de valor comercial representaron el 18.6% de las capturas totales y el 18.9% de las capturas de todos los peces. Reconsiderando estos datos, la

fauna de acompañamiento alcanzó la cifra de 23,795.0 kilogramos y representa el 98.2%. Las capturas de peces finos representa además el total de los peces aprovechados y que alcanzan, como ya señalamos el 18.6% del total de la captura.

Tabla 1. - Información básica de las capturas de camarones realizadas en el litoral de Nayarit, durante el periodo de 1990 a 1997. Los arrastres fueron de una hora. Los peces finos incluyen las principales familias de peces comerciales. Los meses son la secuencia temporal.

Año	Mes	Arrastres (Horas)	Camarón Azul (kgs)	Camarón Blanco (kgs)	Camarón Café (kgs)	Camarón Cristal (Kg)	Peces finos (Kg)	Total Peces (Kg)
90	6	22	6.32	22.06	4.9	0	569.5	741
90	7	23	6.9	25.4	3	0	355	603
90	8	24	23.3	22.7	13.5	0	580	750
90	9	23	18.2	51	0	0	178	634
94	7	21	11.8	15.95	2.4	0	381	1902
94	8	21	11.8	33.2	4	0	225	2875
95	8	18	13	19.3	4.05	0	78	1315
96	3	17	4.15	0.95	0	0.6	83	933
96	6	20	5.75	7.7	1.15	0.06	185	1725
96	7	20	9.31	11.7	1.3	0	652	2103
96	8	17	5.3	6.5	1.45	1.8	245	780
97	5	20	0.63	1.36	15.9	0.15	253	705
97	6	20	6.72	10.93	0.54	0.35	197	1785
97	7	20	6.3	11.7	1.3	0	302	1315
97	8	20	6.85	4.95	0.1	0	219	1127
Totales		306	136	245.4	53.5	2.96	4503	19293

Entre los camarones *Litopenaeus stylirostris* o camarón azul representó el 0.56% del total de las capturas (incluyendo peces) y el 31.1% de las capturas de camarones. *Litopenaeus vannamei* el camarón blanco, representó el 1.01% de las capturas totales y el 56.01% de las capturas de camarones. El camarón

café (*Farfantepenaeus californiensis*) representó el 0.22% de las capturas totales y 12.2% de las capturas de camarones. El camarón cristal *Farfantepenaeus brevisrostris*, representó el 0.012% y 0.68% respectivamente.

En la figura 3 se presentan las variaciones de las proporciones de camarón/peces a lo largo del periodo de muestreo, señalado en parte en la tabla 1, al que se agregan algunos meses más, en los que aunque no hubo datos de temperatura y profundidad, pero sí de la fauna de acompañamiento. En dicha figura 3 se puede observar que durante septiembre de 1990, la proporción de camarones fue más alta y alcanzó casi el 7.8% del total de las capturas. En términos generales, en los primeros años de muestreo las proporciones de camarones fueron mayores, tal y como se pueden ver en la figura 3 para las fechas de julio de 1990 ($\approx 3.5\%$), agosto de 1990 ($\approx 4.2\%$) y el ya mencionado máximo de septiembre de 1990. De ahí en adelante las proporciones de camarones fueron menores del 2% y solo es hasta agosto de 1995 cuando se supera este valor ($\approx 2.5\%$), para seguir bajando posteriormente.

Las abundancias de los camarones consideradas, fueron las capturas de cada especie en 1 hora de arrastre, que son las capturas por unidad de esfuerzo, en kilogramos por hora. Del conjunto de las capturas por unidad de esfuerzo de 359 arrastres, ninguna de las abundancias o cpue's de peces y camarones se distribuyeron normalmente ($p < 0.05$). Al igual sucedió al analizar 306, 289 y la de 187 arrastres que contenían datos de profundidad y temperatura completas y existe la presencia de al menos algunas de las especies de camarones.

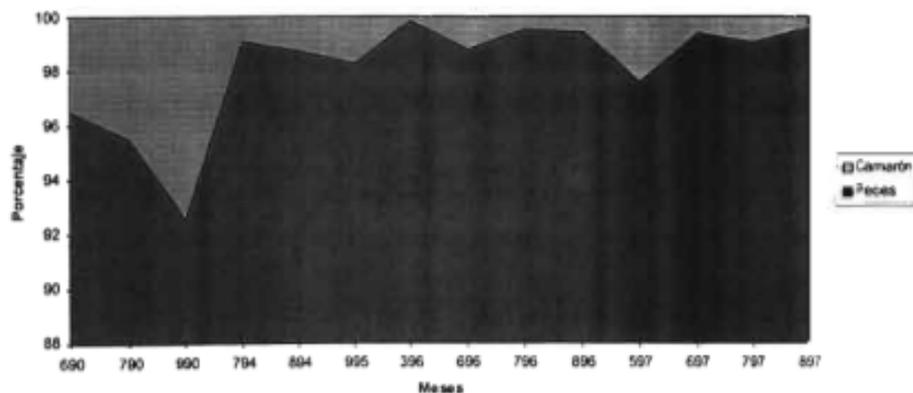


Figura 3. - Variaciones de las proporciones de camarones (sombreado claro) y peces (sombreado oscuro), capturados en el litoral de Nayarit, durante el periodo de 1990 a 1997, en 359 arrastres. Hay una discontinuidad entre 1990 y 1994.

Una prueba no-paramétrica, el análisis de varianza de 2-vías de Friedman, produce diferencias significativas ($\chi^2=309.2$, $N=359$, $g.l.=3$ y $P<0.000001$) cuando se comparan las abundancias totales o las capturas por unidad de esfuerzo (biomasa/hora) totales, de las 4 especies de camarones de todos los arrastres.

Una prueba no-paramétrica, el análisis de varianza de 2-vías de Friedman, también produce diferencias significativas ($\chi^2=162.5$, $N=187$, $g.l.=3$ y $p<0.000001$), cuando se comparan las abundancias o cpue's de cada especie cuando existen datos de profundidad y temperatura e incluye las abundancias de casi el 62% de los camarones.

Una prueba no-paramétrica, el análisis de varianza de 2-vías de Friedman, produce diferencias significativas ($\chi^2=64.2$, $N=27$, $g.l.=3$ y $p<0.000001$) cuando se comparan las abundancias o cpue's que contribuyen con el 51.8% del total, de las 4 especies de camarones y tienen datos de profundidad y temperatura.

A partir de los datos de las abundancias o capturas por unidad de esfuerzo (cpue), se calcularon las correlaciones de rangos de Spearman, que se presentan en la tabla 2, en la que se puede observar que con excepción de las correlaciones del camarón blanco con la temperatura y el camarón café con la profundidad, todas las restantes correlaciones fueron significativas, sin embargo la primera correlación, la del camarón blanco, es marginal y escasamente >0.05 .

Tabla 2.- Datos de las correlaciones de rangos de Spearman para las capturas por unidad de esfuerzo o abundancias de 4 especies de camarones con respecto a la profundidad y la temperatura, de muestreos realizados en el litoral de Nayarit del periodo de 1990-97. Observe los valores de $P < 0.05$. La reducción de número de arrastres es con propósitos de evitar sesgos por las ausencias.

Variables	Número	R-Spearman	T(N-2)	P
Profundidad vs Camarón Azul	187	-0.262079	-3.69377	
Profundidad vs Camarón Blanco	187	-0.138871	-1.90734	0.058026
Profundidad vs Camarón Café	187	0.327141	4.70868	
Profundidad vs Camarón Cristal	187	0.175769	2.42852	
Temperatura vs Camarón Azul	187	0.186968	2.58869	
Temperatura vs Camarón Blanco	187	0.216177	3.01154	
Temperatura vs Camarón Café	187	-0.079735	-1.08798	0.278018
Temperatura vs Camarón Cristal	187	-0.245898	-3.45052	

Las correlaciones entre la profundidad y las abundancias de camarón azul y camarón blanco tuvieron valores de R-Spearman negativos, lo que significa que a medida que aumenta la profundidad disminuye la abundancia. Lo contrario sucede para el camarón café y cristal. Las correlaciones más fuertes

(valores altos de R) con la profundidad se dan entre el camarón café (con R negativa) y el camarón azul (con R positiva).

Las correlaciones entre la temperatura y las abundancias de camarón azul y camarón blanco, fueron significativas y tuvieron valores de R-Spearman positivos, lo que significa que a medida que aumenta la temperatura aumenta la abundancia. Lo contrario sucede para el camarón cristal. Correlaciones fuertes con la temperatura se dan entre el camarón cristal (con R negativa, tabla 2) y el camarón blanco (con R positiva). Las abundancias del camarón café no presentaron diferencias significativas respecto de la temperatura.

La consideración de las relaciones entre las dos variables ambientales, temperatura y profundidad, y las cpue's de las 4 especies, produjo las siguientes figuras: en la figura 4 se presentan las relaciones entre la profundidad y la temperatura y las abundancias del camarón azul. El modelo sugiere que a mayores temperaturas y menores profundidades las abundancias serán mayores, aunque se pueden presentarse tres separaciones con más detalle.

En la figura 5, se muestran el modelo de las relaciones entre profundidad y temperatura con respecto a las capturas por unidad de esfuerzo (cpue) del camarón blanco capturado en el litoral de Nayarit de 1990 a 1997. Las mayores abundancias están señaladas en rojo y se presentan dos picos a las profundidades de las 4 y las casi 22 brazas, pero el intervalo de temperaturas es similar y cerca de los 32 grados.

En la figura 6, se muestran el modelo de las relaciones entre profundidad y temperatura con respecto a las capturas por unidad de esfuerzo (cpue) del camarón café capturado en el litoral de Nayarit de 1990 a 1997. Las mayores abundancias están señaladas en rojo y se presenta un pico a profundidades que van de las 16 a las 22 brazas de profundidad e intervalos de temperatura de los 28 a los 33 grados centígrados y un segundo pico de los 28 a 33 grados centígrados y 23 a los 28 brazas.

En la figura 7, se muestran el modelo de las relaciones entre profundidad y temperatura con respecto a las capturas por unidad de esfuerzo (cpue) del camarón cristal capturado en el litoral de Nayarit de 1990 a 1997. Las mayores abundancias están señaladas en rojo y se presenta un pico a las profundidades

cuyo rango va de las 24 a las 28 brazas de profundidad, pero se encuentra a menores temperaturas, en los rangos de los 24 a los 28 grados centígrados.

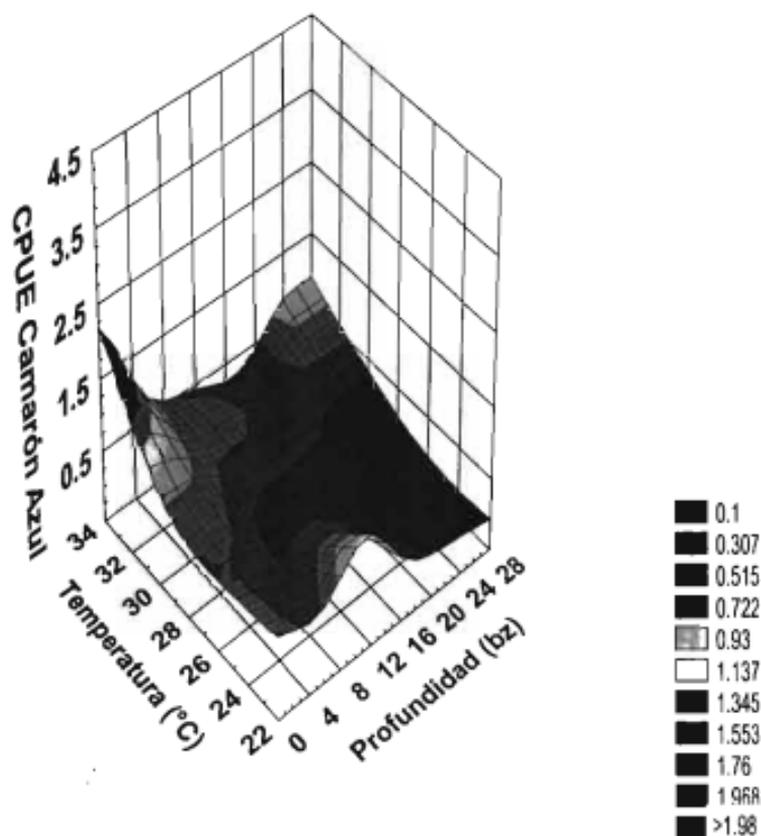


Figura 4.- Representación de las relaciones entre profundidad y temperatura con respecto a las capturas por unidad de esfuerzo (cpue) del camarón azul capturado en el litoral de Nayarit de 1990 a 1997.

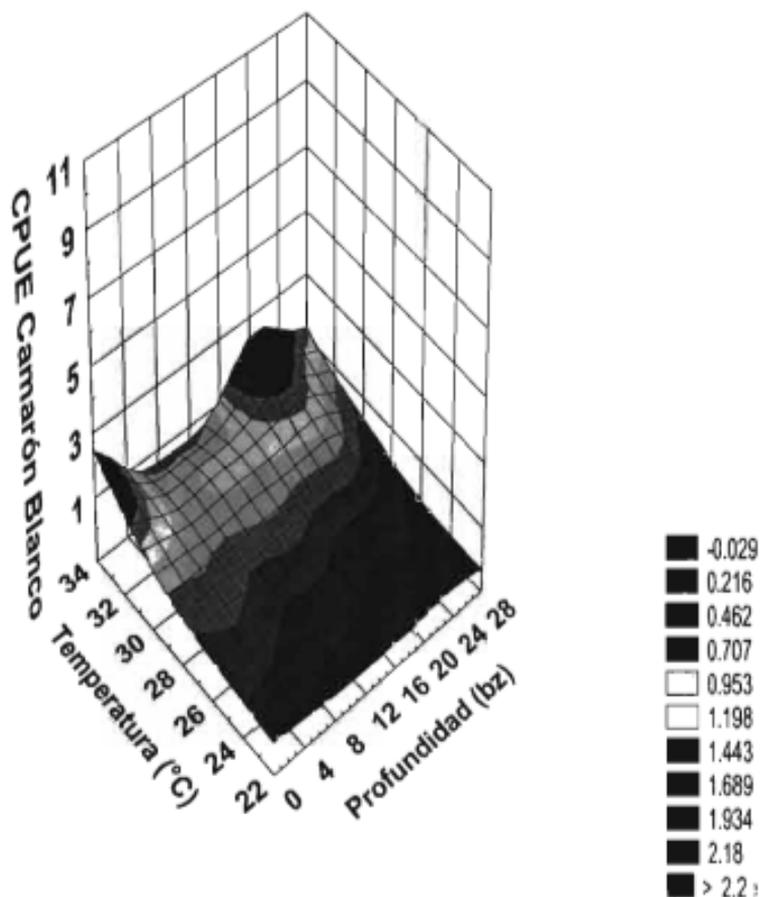


Figura 5.- Representación de las relaciones entre profundidad y temperatura con respecto a las capturas por unidad de esfuerzo (cpue) del camarón blanco capturado en el litoral de Nayarit de 1990 a 1997.

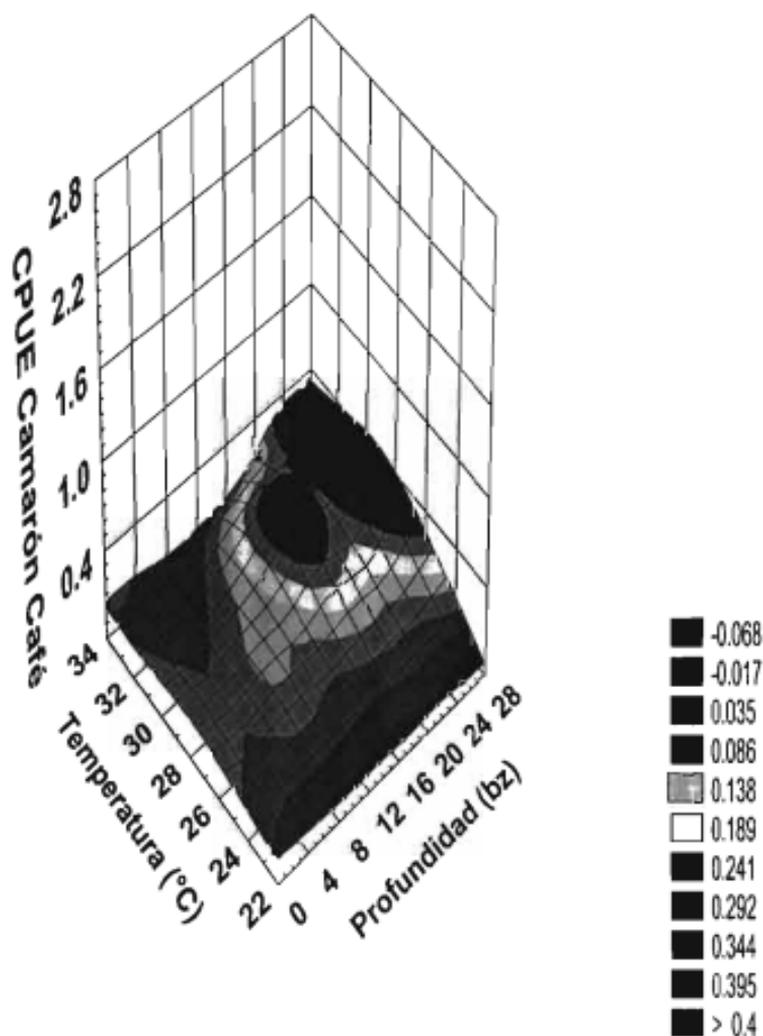


Figura 6.- Representación de las relaciones entre profundidad y temperatura con respecto a las capturas por unidad de esfuerzo (cpue) del camarón café capturado en el litoral de Nayarit de 1990 a 1997.

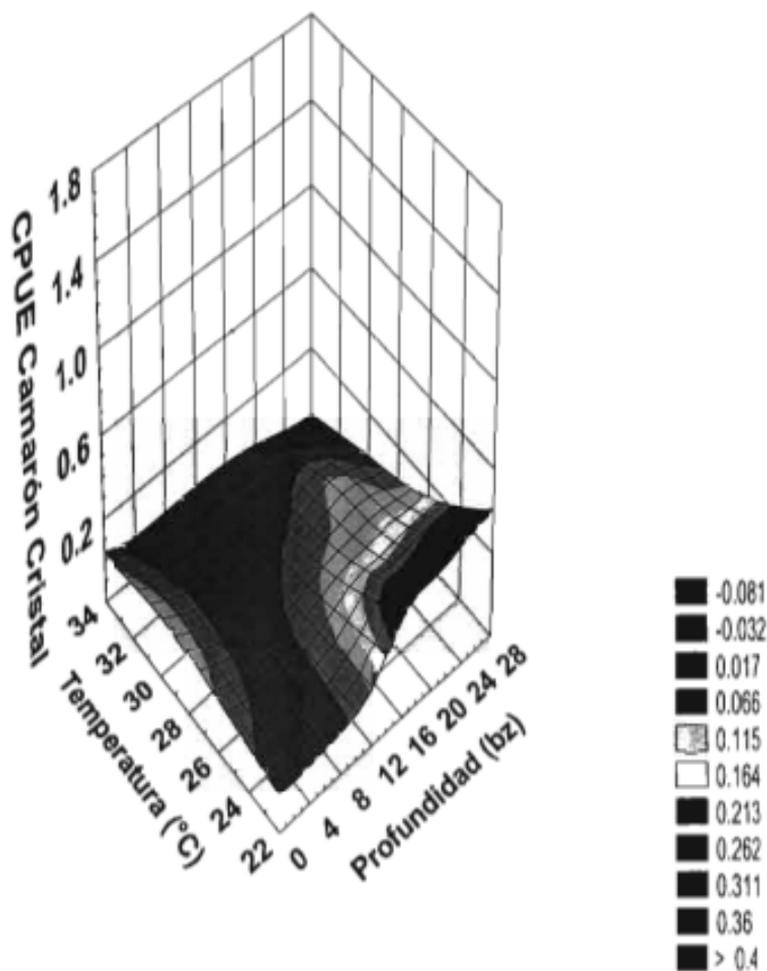


Figura 7. - Representación de las relaciones entre profundidad y temperatura con respecto a las capturas por unidad de esfuerzo (cpue), del camarón cristal capturado en el litoral de Nayarit de 1990 a 1997.

En la tabla 3 se presentan los resultados del análisis de covarianza entre las capturas por unidad de esfuerzo o las abundancias de las 4 especies de camarones y las variables de profundidad y temperatura, que están relacionadas con las representaciones gráficas anteriores. El conjunto de las variables mostró diferencias significativas y aparentemente solo el camarón café (*F. californiensis*) fue significativo para los efectos específicos. La variable independiente fue la profundidad y la covariada la temperatura. Los intervalos de profundidad utilizados fueron de 1 braza. Este análisis permite reconocer que hay efectos de las 2 variables ambientales sobre el conjunto de las poblaciones de camarones y claros efectos sobre las poblaciones de camarón café que no detectamos en el análisis de la regresión de rangos de Spearman.

Tabla 3. - Análisis de la covarianza entre las abundancias (cpue's) de 4 especies de camarón y las variables de profundidad y temperatura. Los datos provienen del litoral de Navarín, en las épocas de veda del periodo de 1990-1997.

Todos los efectos					
Efecto	Wilk's lambda	Rao's R	g.l. 1	g.l.2	P
	0.539	1.427	76	640	
Variable	efecto		error	ff(g.l. 1,2)	19,165
<i>L. stylirostris</i>	0.71		0.67	1.06	0.39
<i>L. vannamei</i>	1.11		1.81	0.59	0.90
<i>F. californiensis</i>	0.36		0.09	3.91	
<i>F. brevirostris</i>	0.01		0.01	0.75	0.75

En la figura 8 se presentan los datos de las capturas por unidad de esfuerzo respecto del esfuerzo, con el fin de conocer el máximo rendimiento sostenido y la captura óptima, que en este caso se refieren, a las embarcaciones y no sobre el máximo rendimientos sostenido de las poblaciones, son datos sobre la eficiencia de las capturas. Así la captura máxima sostenida fue de 4.89 kilogramos por hora y el esfuerzo óptimo fue de 3.45 kilos por hora.

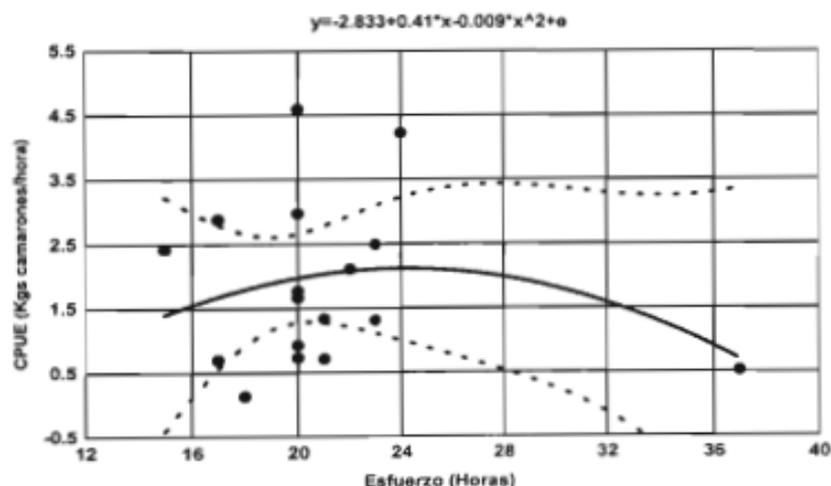


Figura 8. - Datos de las capturas por unidad de esfuerzo de camarones respecto del esfuerzo, ajustadas por un polinomio de segundo orden, cuyo modelo se presenta en la parte superior, para datos obtenidos en el litoral de Nayarit de 1990 a 1997 a bordo de embarcaciones camaroneras y de investigación en las épocas de veda. El análisis pretende calcular el esfuerzo óptimo y la captura máxima de estos muestreos.

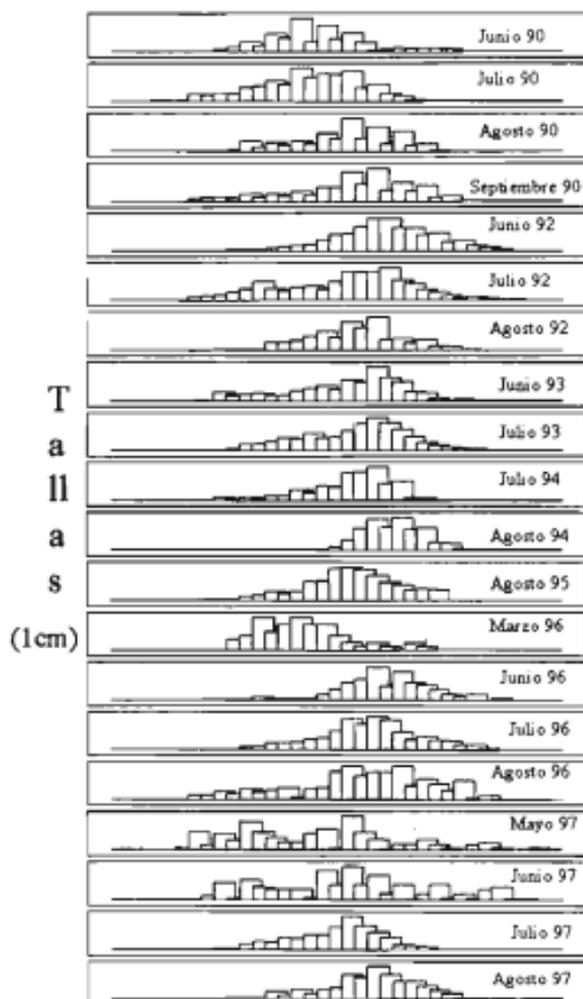


Figura 9. - Distribuciones de frecuencias de tallas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), capturados en el litoral de Nayarit por barcos camaroneros y de investigación, durante el periodo de 1990 a 1997.

En la figura 9 se presentan las distribuciones de tallas del camarón blanco, para el periodo de muestreo de 1990 a 1997 en el litoral de Nayarit. El análisis que enseguida presentará, solo se realizó para este especie, que fue la más abundante, de todas las demás especies de camarones consideradas.

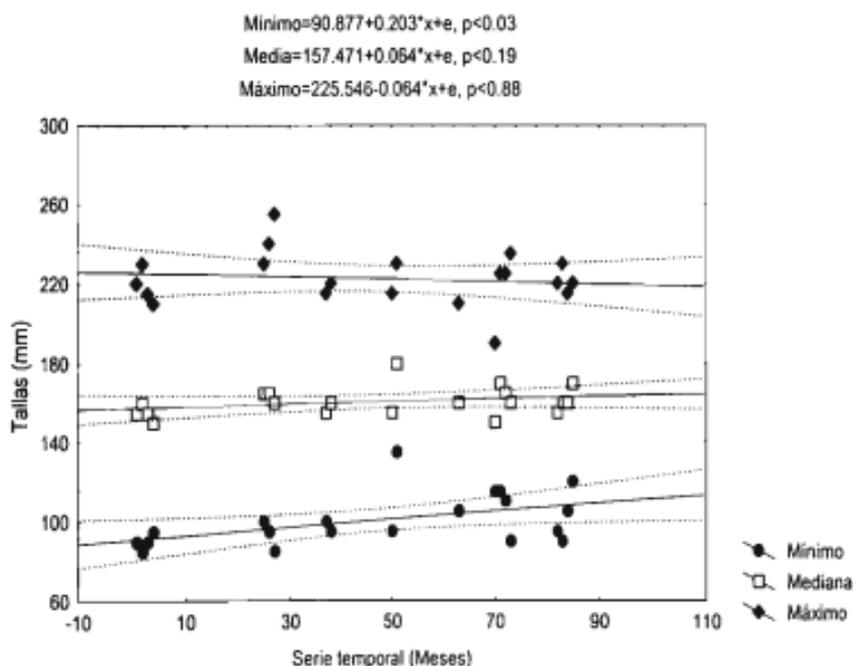


Figura 10.- Análisis por correlación lineal de los intervalos mínimos, medios y máximo de las poblaciones de camarón blanco del litoral de Nayarit de 1990-97. Tomados de la figura 9. Arriba se encuentran los modelos de correlación y las significancias (P). Las tallas mínimas han crecido significativamente en el tiempo.

Los datos que se registraron de éstas distribuciones de frecuencias, fueron los de los intervalos mínimos, medios y máximo y que fueron analizados al respecto del tiempo tal y como se presentan en la figura 10.

En la mencionada figura 10 se puede observar que las tallas mínimas (modelo superior y correlación inferior en la figura), están creciendo en el tiempo de manera significativa ($p < 0.03$) y la pendiente es mayor 0.20. Las tallas medias y máximas no presentan significancias estadísticas, aunque las máximas han disminuido y las pendientes son menores de -0.07.

En la figura 11 se presenta el ordenamiento de las capturas por unidad de esfuerzo por medio del análisis métrico dimensional de una matriz de 289 arrastres, considerando las 4 especies de camarones, en el periodo de 1990 a 1997. El valor del estrés, medida asociada a la significancia, fue bastante alta y del orden de 0.0000001. El primer grupo está formado por el camarón cristal y café, cuya distancia de separación fue de 13, valor de las distancias que provienen de los dendrogramas obtenidos por pares promedios no ponderados (UPGMA). El segundo grupo está formado por estas mismas especies pero

incluye al camarón azul y están unidos a la distancia de 24. El camarón blanco forma un solo grupo claramente separado.

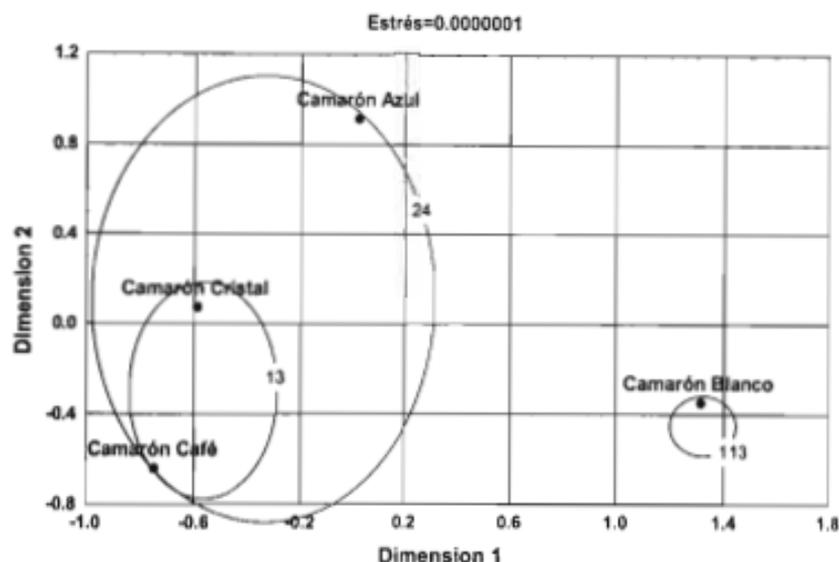


Figura 11. - Análisis métrico dimensional (MDS), de los rangos de las capturas por unidad de esfuerzo de 4 especies de camarón, obtenidas en 289 arrastres de 1 hora, en el litoral de Nayarit, del periodo de 1990 a 1997. Las elipses unen los grupos que forman las especies y se separan por los valores producidos por los dendrogramas obtenidos por distancia euclidiana y pares promedios no ponderados y de cuya matriz se realiza el MDS.

En la figura 12 se presenta el ordenamiento de las capturas por unidad de esfuerzo por medio del análisis métrico dimensional de una matriz de 187 arrastres, considerando las 4 especies de camarones, en el periodo de 1990 a 1997 y tomando como referencia sólo los datos que contenían información de temperatura y profundidad. El valor del estrés, medida asociada a la

significancia, fue bastante alta y del orden de 0.0000001. El primer grupo de nuevo esta formado por el camarón cristal y café, pero ahora la distancia de separación fue menor y cercana de 5, utilizando los valores de las distancias de los dendrogramas obtenidos por pares promedios no ponderados (UPGMA). El segundo grupo estaría de nuevo formado por las especies anteriores, incluyendo ahora al camarón azul y unidos a una distancia cercana de 14. El camarón blanco, de nuevo forma un solo grupo claramente separado.

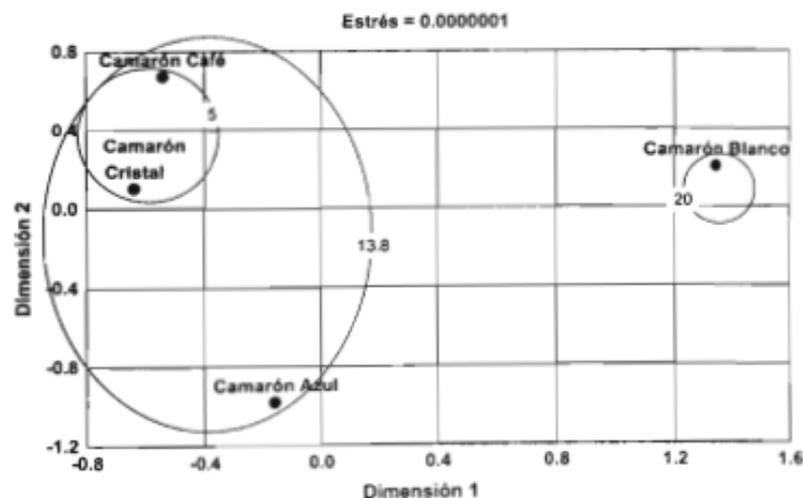


Figura 12. - Análisis métrico dimensional (MDS), de los rangos de las capturas por unidad de esfuerzo de 4 especies de camarón, obtenidas en 187 arrastres de 1 hora, que incluye a los arrastres con datos de temperatura y profundidad simultáneamente. Los datos provienen del litoral de Nayarit, en el periodo de 1990 a 1997. Las elipses unen grupos que forman las especies. Los valores que cortan las elipses proceden de los dendrogramas obtenidos por distancia euclidiana y pares promedios no ponderados y de cuya matriz se realiza el MDS.

En la figura 13 se presenta el ordenamiento de las capturas por unidad de esfuerzo por medio del análisis métrico dimensional de una matriz de 27 arrastres, considerando las 4 especies de camarones, en el periodo de 1990 a 1997 y tomando como referencia sólo los datos que contribuye con el 50%+1 de las abundancias (51.83%), que además se tiene la información de temperatura y profundidad.

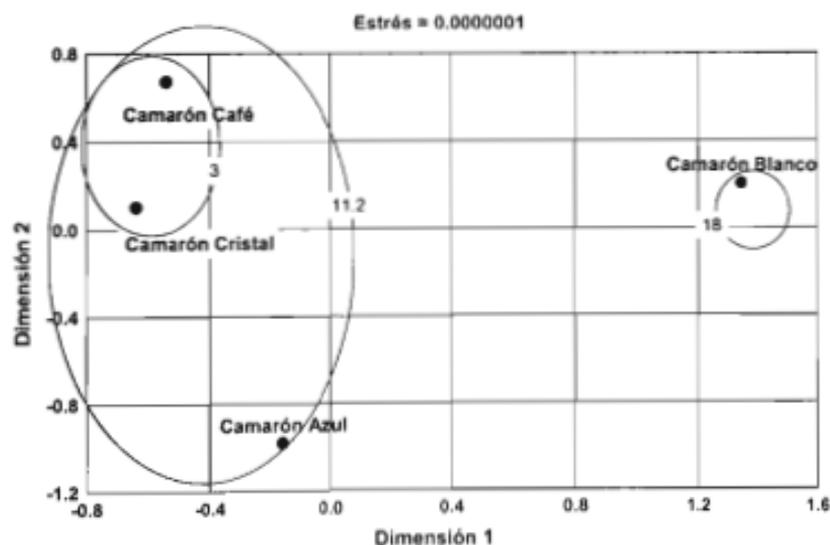


Figura 13.- Análisis métrico dimensional (MDS), de los rangos de las capturas por unidad de esfuerzo de 4 especies de camarón, obtenidas en 27 arrastres de 1 hora, que contribuyen con el 50%+1 de las abundancias. Los datos provienen del litoral de Nayarit, en el periodo de 1990 a 1997. Las elipses unen a los grupos que forman las especies, los valores que las cortan son producidos por los dendrogramas (distancia euclidiana y pares promedios no ponderados) y de cuya matriz se realiza el MDS.

De nuevo el valor del estrés, medida asociada a la significancia, en la figura 13, fue bastante alta y del orden de 0.000001. El primer grupo de nuevo esta formado por el camarón cristal y café, ahora es aun más reducida las diferencias entre sí y cercana de 3. El segundo grupo nuevamente incluye al camarón azul y está unidos a la distancia cercana de 11, aunque se puede separar al camarón azul como grupo independiente, cuestión valida para las anteriores figuras o matrices de las que se produce. El camarón blanco, de nuevo forma un solo grupo claramente separado.

En la figura 14 se presenta el ordenamiento de las capturas por unidad de esfuerzo por medio del análisis métrico dimensional de la traspuesta de la matriz de 27 arrastres y considerando las 4 especies de camarones, es decir la matriz de 4×27 . Los datos contribuyen con el $50\% \pm 1$ de las abundancias (51.83%), que además se tiene la información de temperatura y profundidad. De nuevo el valor del estrés en la figura 14, fue significativo y del orden de 0.0403. En la figura se presenta cuatro grupos asociados a cada una de las especies. El primer grupo ubicado en la parte superior izquierda, asociado a una distancia de 0.9, esta relacionado al grupo del camarón cristal y café. Dos

grupos centrales unidos en distancias de 2.6 y 2.8, están relacionados a la asociación entre las anteriores especies y el camarón azul. En el extremo superior derecho de la figura 14, se encuentran las fechas asociadas al camarón blanco.

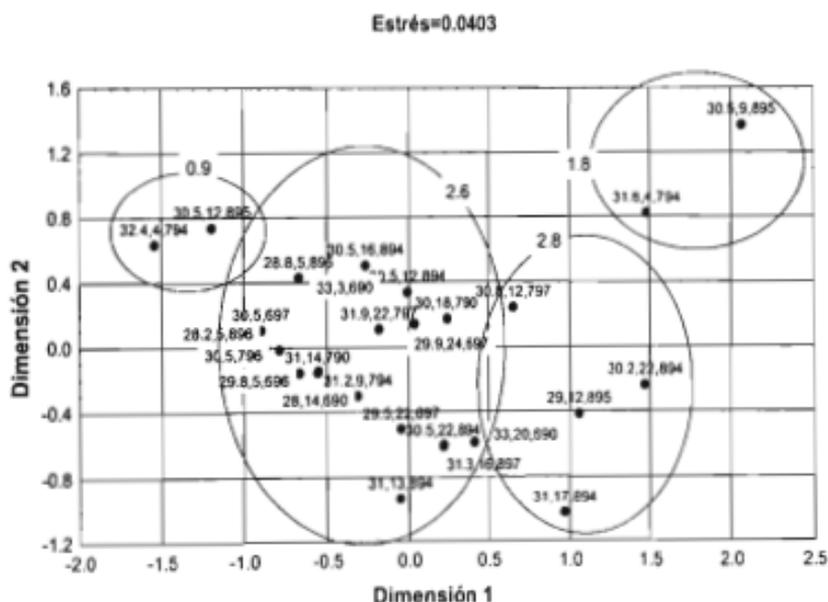


Figura 14.- Análisis métrico dimensional (MDS), de los rangos de las capturas por unidad de esfuerzo de 4 especies de camarón, obtenidas en 27 arrastres de 1 hora, que contribuyen con el 50%+1 de las abundancias. Los datos provienen del litoral de Nayarit, en el periodo de 1990 a 1997. Las elipses unen a grupos de especies y los valores que cortan fueron obtenidas de los dendrogramas (distancia euclidiana y pares promedios no ponderados) y de cuya matriz se realiza el MDS. Cada dato sobre los puntos incluye la temperatura, la profundidad y la fecha.

En términos generales, considerando los métodos utilizados hasta esta parte, se puede considerar que el camarón azul se encuentra a menores

profundidades y mayores temperaturas. El camarón blanco se le encontró en un rango mayor de profundidades (por esto aparentemente en la figura 14 aparece dos grupos con similares rangos de temperatura y profundidad: grupos superiores extremos) y temperaturas altas del mismo rango. El camarón café va de profundidades intermedias a mayores y rangos altos de temperaturas que las anteriores especies (de 26 a 34 °C, véase figura 14). El camarón cristal se le encontró en estos muestreos a mayores profundidades y a las temperaturas más bajas.

En la figura 15, se presenta la correlación de rangos de Spearman, de la profundidad con respecto a la dimensión 1, que resulta del análisis métrico dimensional (MDS). La significancia es marginal ($P < 0.086$), pero digna de considerar, si se toma en cuenta que se trabaja con el conjunto de todas las especies. El valor de R es indicativo de como se dan las relaciones y en este caso corresponde a las especies cuya distribución aumenta con la profundidad. Es decir el conjunto de especies esta influido por la profundidad.

En la figura 16, se presenta la correlación de rangos de Spearman, de la

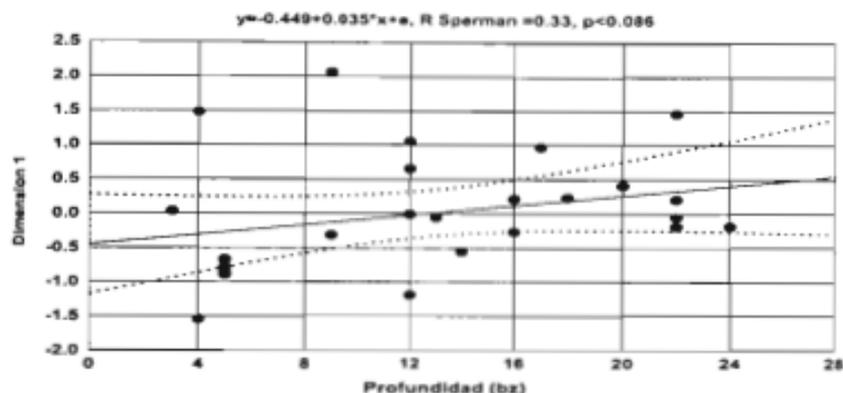


Figura 15. - Análisis de correlación de rangos de Spearman de la profundidad y la dimensión 1 del MDS de los rangos de cpue's de 4 especies de camarón, en 27 arrastres. Datos del litoral de Nayarit, en los periodos de veda de 1990-1997. Arriba se presenta el modelo de correlación y los valores de R y P, el valor de p es marginal y digno de considerarse. La gráfica señala la influencia de la profundidad.

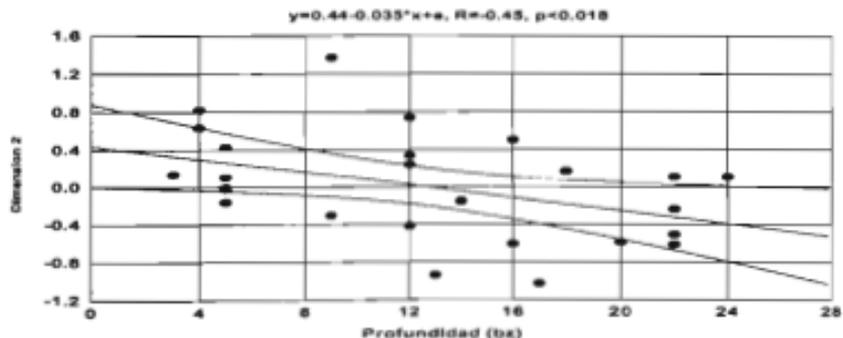


Figura 16. - Análisis de correlación de rangos de Spearman de la profundidad y la dimensión 2 del MDS, de los rangos de las cpue's de 4 especies de camarón, en 27 arrastres. Datos del litoral de Nayarit, en los periodos de veda de 1990-1997. Arriba se esta el modelo de correlación y los valores de R y P. El valor de P es significativo. La gráfica señala que hay influencia de la profundidad sobre algunas de las especies.

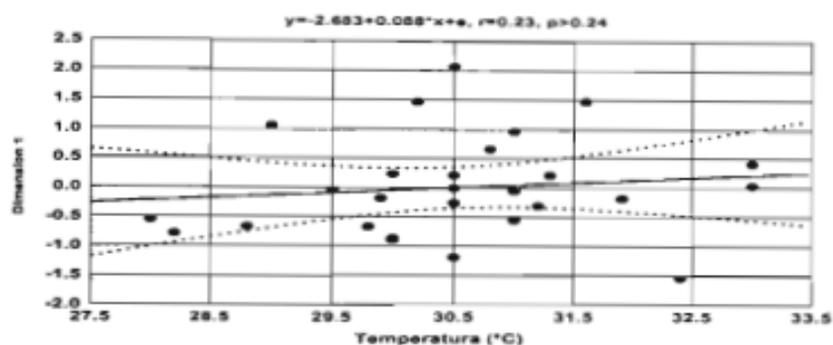


Figura 17. - Análisis de correlación de rangos de Spearman de la temperatura y la dimensión 1 que proviene MDS, de los rangos de las capturas por unidad de esfuerzo de 4 especies de camarón, obtenidas en 27 arrastres. Los datos provienen del litoral de Nayarit, en los periodos de veda de 1990-1997. Arriba se presenta el modelo de correlación y los valores de R y P. El valor de P es marginal pero digno de considerarse. La gráfica señala que hay influencia de la temperatura sobre algunas de las especies, en este caso aumentan las abundancias.

profundidad con respecto a la dimensión 2, que resulta del análisis métrico dimensional (MDS). La correlación es significativa ($P < 0.018$). El valor de R es indicativo de como se dan las relaciones y en este caso es negativa y se refiere a las especies que prefieren menores profundidades y reitera la importancia que tiene esta variable sobre el conjunto de las especies

En la figura 17, se presenta la correlación de rangos de Spearman, de la temperatura con respecto a la dimensión 1, que resulta del análisis métrico dimensional (MDS). La significación es marginal ($p < 0.24$), pero digna de ser

considerada, si se toma en cuenta de nuevo que se trabaja con el conjunto de todas las especies. El valor de R es indicativo de como se dan las relaciones y en este caso corresponde a las especies cuya distribución aumenta con la temperatura. Es decir el conjunto de especies puede estar influido por la temperatura.

Discusión

Los datos de este trabajo son una contribución al conocimiento del recurso que representa la pesquería del camarón en la región costera de Nayarit, zona que ha sido poco estudiada con relación al tema que nos ocupa. Además en este trabajo se hace un intento de proporcionar información de las épocas en la que las poblaciones de camarón están en veda. Los datos representan también un gran esfuerzo económico y humano del que hay que sacar el mayor provecho posible, desde luego que siempre deberá considerarse la experiencia que de ellos se derive para mejorar los muestreos y la propia reflexión sobre los datos.

Los arrastres analizados en el presente trabajo fueron escogidos de 359 que se poseían originalmente, los que sin embargo se desecharon por diversos motivos, entre ellos ausencia de datos de ciertos parámetros, de tal manera que nos quedaron un conjunto de 306 arrastres camaroneros en épocas de vedas, que agrupados por mes se distribuyen normalmente (Kolmogorov-Smirnof $k=0.20$ y $p=n.s$), considerando datos de la tabla 1. Sin embargo al analizar las abundancias de cada una de las poblaciones, ninguna de las especies se distribuyó normalmente y por estos motivos se optó por un análisis de tipo no-

paramétrico para la mayoría de las pruebas. Una reducción considerando el número de ausencias de las especies de camarón produce la matriz de 187x4 en la que hay datos completos para temperatura y profundidad y se analiza casi el 62%. Una reducción con base en el criterio de la contribución a la abundancia, en nuestro caso al 50%+1 del total, nos permite analizar 27 arrastres, con lo que al menos el número de variables para explicar es bajo, que es lo que en buena medida se busca al realizar el ordenamiento.

Definidas estas primeras cuestiones importantes, pasaremos a discusión algunos de los resultados de esta tesis. Las proporciones de camarones/peces según las observaciones de este trabajo han disminuido en el tiempo y han pasado, en estos datos, de casi el 7% de camarones de la captura total a menos del 2% de la misma, sin embargo no se puede probar estadísticamente. En otros trabajos en el sur de Sinaloa, como el de Hendrickx *et al.* (1984), las proporciones de camarones y fauna de acompañamiento se estimó en 1:11.76 para muestreos realizados entre los 27 y 45 m (de 15 a 25 bz aproximadamente), a 1:18.9 considerando todos los arrastres y 1:34.6 si se consideran todos los muestreos. Grande-Vidal y Arias (1991), para muestreos realizados en 1986 encontraron que la proporción promedio global de 1:9.73

de fauna de acompañamiento/camarón, para al menos 4 tipos de redes (semiportuguesa, voladora, cholo 75 y cholo 80/110 ft), en periodos de veda como es el caso nuestro. Comparados a nuestros datos hay un disminución de la proporción de camarón.

Considerando la cuestión sobre la disminución de las tallas en las capturas, se puede observar que los intervalos de las tallas máximas han disminuido y las tallas mínimas han aumentado (figura 10), acotando la estructura de la población. Sin embargo es importante considerar que la relación del tiempo y tallas mínimas si es significativa y las relaciones tiempo y talla máxima no lo es. El crecimiento de la talla media es de significación marginal y la pendiente es del orden 0.064. El crecimiento de las tallas mínimas puede relacionarse a que la mayoría de las capturas se realizan predominantemente en una sola época y es posible que las tallas menores no estén bien representadas, al menos en el camarón blanco que tiene una fuerte dependencia estuarina (Garduño-Argueta y Calderón-Pérez 1995, Fry *et al.* 1999). Por otro lado durante 1986 Grande-Vidal y Arias (1991), señalan que las redes camaroneras capturaban camarón blanco y azul de hasta 225 mm de longitud total y en nuestro caso la longitud máxima ha sido de 240 mm, para un solo mes del

periodo de 1990 a 1997, cuestión que al menos pone a discusión, que aunque la población pueda modificarse por los efectos de la pesca, en el predominio de ciertas tallas, la población tendrá cierta probabilidad de conservar su estructura natural.

En términos de los métodos estadísticos utilizados, se puede considerar que el camarón azul se encuentra a menores profundidades y mayores temperaturas y tiene correlaciones significativas (Tabla 2), lo que es concordante con lo que se ha señalado por Hendrickx (1986) y Pérez-Farfante (1988), quienes mencionan que el rango de distribución puede ir de los estuarios a los 45 m. Al camarón blanco se le encontró en un rango mayor de profundidades y temperaturas altas de rango similar, además tiene correlaciones significativas con la temperatura y marginales con la profundidad, dignas de ser consideradas ($p < 0.06$). El camarón café va de profundidades intermedias a mayores y mayores rangos de temperaturas que las anteriores especies (figura 5 y el rango de temperaturas de 26 a 34 °C, en la figura 14), esta especie tiene correlaciones significativas con la profundidad y no así con la temperatura, aunque vale la pena hacer los comentarios generales ya hechos. Esta especie ha sido señalada con una distribución que va de los estuarios a los 50 m,

aunque se ha reportado a los 180 m (Pérez-Farfante 1988), por otro lado algunos autores no han encontrado a la especie en las épocas de veda en los bancos de pesca del sur de Sinaloa y el norte de Nayarit (Magallon-Barajas y Jacquemin-Poulet 1976), en nuestros datos la especie apareció en el 83.6% de los arrastres agrupados por meses (tabla 1), es decir aparecieron en 10 de 12 los muestreos agrupados por meses y en el 21.4% del total de los arrastres. El camarón cristal se le encontró en estos muestreos a mayores profundidades y los valores de la correlación fueron significativos y el valor de R fue positivo. Además la especie se asoció a las temperaturas más bajas, con relaciones significativas y valores de R negativos. Esto esta concordancia en términos generales con el estudio de Garduño-Argueta y Calderón-Pérez (1995), en el que señala intervalo de temperatura de los 11 a los 31 °C, pero las mayores abundancias entre los 13 y los 19 °C. También señalan que éste intervalo es estrecho, lo cual también es valido para el oxígeno disuelto, cuyo intervalo es estrecho y la mayor abundancia está entre 1 a 2 ml/l de oxígeno, lo que ayudaría a explicar en parte su presencia en aguas profundas y relativamente anóxicas.

El análisis de la covarianza nos pone de manifiesto las diferencias significativas que existen entre las cpue's de las especies de camarones y la temperatura y la profundidad (tabla 3), pero al hacer las comparaciones por especie, solo el camarón café presenta diferencias significativas, que no presenta al analizarse separadamente (tabla 2) y es notorio que no presenten diferencias significativas las otras especies que si lo hacen al analizarse separadamente, con excepción del camarón blanco que presenta diferencias marginales con la profundidad. El análisis podría estar revelando que la especie se encuentra bajo los efectos sinérgicos de las variables de temperatura y profundidad. De cualquier manera el análisis revela que la comunidad en conjunto presenta diferencias significativas respecto de las dos variables ambientales que estamos analizando. Sin embargo las ambivalencias significan la necesaria evaluación futura con mayor precisión en la medida de las variables ambientales, que podría estar relacionada a la ausencia de alguna especie en algunos arrastres, pero que son necesarias de considerar en las correlaciones, pues dan información en que ambientes y que periodos no se les encuentra. En general podemos decir que la exploración estadística que se ha realizado permite descubrir relaciones con uno u otro de los métodos

Por otro lado, con el fin de reconocer algún índice sobre la eficiencia de la captura, se utilizaron los parámetros de los modelos de rendimiento de Schaeffer. El máximo rendimiento sostenido, esta relacionado a la máxima captura sostenida y la captura óptima, es un índice de lo mismo. Así la máxima captura sostenida fue de 4.89 kilogramos por hora y el esfuerzo óptimo fue de 3.45 kilos por hora, que se consideran rentables, aunque no es de interés en estos arrastres, llenar las bodegas. Considerando el promedio el número de kilos de camarón/hora fue de 1.85 en 359 arrastres en varios periodos de veda y a profundidades de 4 a 24 brazas. Grande-Vidal y Arias (1991) tuvieron un promedio de 11.99 kilos en 563 arrastres, para el periodo de veda de 1986, en la zona que va cerca de Topolobampo, Sinaloa a San Blas, Nayarit y profundidades de 5 a 35 brazas y que podría apuntar a la disminución de las capturas por unidad de esfuerzo.

El ordenamiento que se realizó por medio de un análisis métrico dimensional, posibilita la separación de lo que hemos llamado grupos, que se mantiene desde la matriz de 289, 187 y 27 arrastres de una manera significativa. El camarón café y el camarón cristal mantiene fuertes relaciones, después se unen al camarón azul, o que se puede considerar separado y por



camarón blanco. Las relaciones se establecen por la cercanía en el espacio dimensional y el valor de los grupos obtenidos de los dendrogramas y aumentan al reducir el tamaño de muestra.

Enfatizando el análisis de la matriz de 27 arrastres de las 4 especies (figura 13), en la que se ponderan el 50+1% de las abundancias, podemos señalar que la dimensión 2, se encuentra correlacionada significativamente con la profundidad (figura 16) y que es la dimensión en la que podemos reunir al camarón cristal y al camarón café, separados del camarón azul. El camarón cristal tiene poca contribución a este vector, tal y como se puede observar en la figura 13.

La dimensión 1, se considera que se encuentra marginalmente relacionada a la temperatura (figura 17) y es la dimensión en la que se pueden separar al camarón blanco, e incluso al camarón azul, aunque su contribución es ligeramente >0 . El camarón cristal y el camarón café también tiene contribuciones importantes en esta dimensión y de hecho, la dimensión puede estar reflejando la interacción sinérgica de temperatura y profundidad.

Por último valdría la pena comentar que a pesar de que los factores ambientales que analizamos en ésta tesis, han sido ya considerados importantes en estudios de las poblaciones animales (Hubbs 1948, Horn y Allen 1976; Lehodey *et al.* 1998), han sido poco estudiados en las poblaciones de camarones y en éste estudio intenta hacer una contribución en esta tarea.

Conclusiones

La especie más abundante fue el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) que representó el 56.01 % de las capturas de camarón y el 1.01 % de las capturas totales que incluye a los peces. El segundo en abundancia fue el camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) que contribuyó con el 31.1 % de las capturas de camarones y con el 0.56 % del total de las capturas. El camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) representó el 0.22 % de las capturas totales y 12.2 % de las capturas de camarones y por último el camarón cristal (*Farfantepenaeus brevisrostris*), representó el 0.012% de las capturas totales y el 0.68 % de las capturas de camarones.

Las proporciones de camarones/peces ha disminuido desde 1990 a 1997 y ha pasado desde hasta un máximo del 7% al 2% de camarones

En términos del aprovechamiento de las capturas, la de peces finos o de gran valor comercial asciende al 18.6, que sumada a la de camarones el aprovechamiento total de la captura es del 20.4%. La distribución estadística, de los datos de los peces finos es normal (Kolmogorov-Smirnov $d=0.169$, $p=n.s$) y no muestra ninguna tendencia al realizar un análisis de correlación.

Hay correlaciones de rangos de Spearman significativas, entre la temperatura y las abundancias o capturas por unidad de esfuerzo (cpue) del camarón azul, blanco y cristal. Las dos primeras tienen valores de R de Spearman positivos y la última negativa.

También hay correlaciones de rangos de Spearman significativas, entre la profundidad y las abundancias o capturas por unidad de esfuerzo (cpue) del camarón azul, café y cristal. La primera tienen valores de R de Spearman negativos y las últimas positivos.

El análisis de covarianza entre las capturas por unidad de esfuerzo o las abundancias de las 4 especies de camarones y las variables de temperatura y profundidad, fueron significativas para el conjunto de las especies de camarones.

El ordenamiento de las especies permite observar la formación de 3 grupos de especies, el primero y con fuertes relaciones es el formado por el camarón café y el cristal y su asociación recibe una fuerte influencia de la profundidad. El segundo grupo lo forma el camarón azul y mantiene relaciones con el anterior

grupo. El camarón blanco es un grupo separado y mantiene relaciones desde una perspectiva intuitiva con la temperatura y la sinergia entre temperatura y profundidad, si se consideran las correlaciones entre las dimensiones y las variables ambientales.

Literatura

Ayala-Castañares , A. Gutiérrez, M. y Malpica, B. M. 1970. Informe final de los estudios de geología marina en las regiones de Yavaros, Sonora; Huizache y Caimanero, Sin; y Agiabampo, Sin; durante la primera estapa. *In*: Informe final de los trabajos contratados en los planes piloto Escuinapa-Yavaros. Ins. Biol. UNAM y Sec. Rec. Hidrául. p. 3-190

Badan, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico mexicano. *In*: Lavin, F. M. (editor). Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía 3:99-113.

Barton, D.E. and Argote, M.L. 1980. Hydrographic variability and upwelling area off Northern Baja California in June 1976. *J Mar Res* 38:631-649.

Bassanesi, A. T. 1982. Crecimiento y supervivencia de postalarvas de *P. stylirostris* Stimpson, bajo condiciones controladas de temperatura y salinidad. Tesis de Maestría. Inst Cienc Mar y Limnol UNAM, 84 p.

Baumgartner R. T. and Christensen, N.Jr. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. *J Mar Res* 43:825-848.

Byrne, J. V. and Emery, K. O. 1960. Sediments of the Gulf of California. *Bull Geol Soc Am*, 71 (7):983-1010.

Carranza-Edwards A., Gutierrez-Estrada, M. y Rodriguez-Torres, R. 1975. Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. *Cen Cienc. Mar y Limnol UNAM*, 2, 1:81-88

Chapa H. 1958. La distribución geográfica de los camarones del Noroeste de México y el problema de las artes fijas de pesca. *Dir. Gral. de Pesca, Sria de Marina*, 87 pp. Also in *Inst Nal Invest Biol Pesq Publ.*, 1ª época, 4:1-87. 87

Chapa H. 1966. La Laguna del Caimanero, su producción camaronesa y un proyecto para la realización de obras encaminadas a su incremento. *Dir Gral de Pesca e Ind Conexas, SIC* 4, 7:1-26.

Caverville A. and Rabarison-Andriamirado, G. A. 1997. Minimal fish predation of the pink shrimp *Penaeus notalis* in Senegal (West Africa). *Bull Mar Sci*, 61, 3:685-695.

de la Lanza, E. G. 1987. *Oceanografía de Mares mexicanos (Geología)*. Calypso, México, D.F.

Fiedler C.P. 1992. Seasonal climatologies and variability of Eastern Tropical Pacific surface waters. NOAA Tech Rep NMFS 108.

Fieldler C.P., Chavez F.P., Behringer, D.W. and Reilly, S.B. 1992. Physical and biological effects of los niños in the eastern tropical Pacific, 1986-1989. *Deep-Sea Res* 39, 2:199-219.

Fry, B. Munford, L.P. and Robblee, B. 1999. Stable isotope studies of pink shrimp (*Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad) migration on the southwestern Florida shelf. Bull Mar Sci 65, 2: 419-430

Garduño-Argueta, H. and Calderon-Pérez, J.A. 1995. Seasonal depth distribution of the crystal shrimp, *Penaeus brevisrostris* (Crustacea: Decapoda, Penaeidae), and its possible relation to temperature and oxygen concentration off southern Sinaloa, Mexico. Fish Bull 93, 2:397-411.

Gómez-Váldez, J. 1984. Estructura hidrográfica promedio frente Baja California. Cienc Mar 9:75-85.

Grande-Vidal, J.M. y Arias, U. A. 1991. Selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camaronerías utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sin. Ciencia Pesquera 8:83-106.

Gunter, G. and Hildebrand H. 1954. The relation of total rainfall of the state and catch of marine shrimp (*Penaeus setiferus*) in Texas Water. Bull Mar Sci Gulf Caribbean 4, 2:95-103.

Hendrickx, M.E. 1984. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, Mexico. III. Clave de identificación de los cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea: Decapoda). An Inst Cienc Mar y Limnol 11, 1: 49-64.

Hendrickx, M.E 1985. Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del Golfo de California y su importancia

Fry, B. Munford, L.P. and Robblee, B. 1999. Stable isotope studies of pink shrimp (*Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad) migration on the southwestern Florida shelf. Bull Mar Sci 65, 2: 419-430

Garduño-Argueta, H. and Calderon-Perez, J.A. 1995. Seasonal depth distribution of the crystal shrimp, *Penaeus brevisrostris* (Crustacea: Decapoda, Penaeidae), and its possible relation to temperature and oxygen concentration off southern Sinaloa, Mexico. Fish Bull 93, 2:397-411.

Gómez-Váldez, J. 1984. Estructura hidrográfica promedio frente Baja California. Cienc Mar 9:75-85.

Grande-Vidal, J.M. y Arias, U. A. 1991. Selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camaronerías utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sin. Ciencia Pesquera 8:83-106.

Gunter, G. and Hildebrand H. 1954. The relación of total rainfall of the state and catch of marine shrimp (*Penaeus setiferus*) in Texas Water. Bull Mar Sci Gulf Caribbean 4, 2:95-103.

Hendrickx, M.E. 1984. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, Mexico. III. Clave de identificación de los cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea: Decapoda). An Inst Cienc Mar y Limnol 11, 1: 49-64.

Hendrickx, M.E 1985. Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del Golfo de California y su importancia

como recurso potencial. In: Yañez-Arancibia, A. (Ed) Recursos potenciales pesqueros de Mexico: La pesca del camarón. Prog Univ Alimentos, Inst Cienc Mar y Limnol, INP, UNAM. Mexico. 748 p. Cap 3: 95-148

Hendrickx, M.E. 1986 Distribución y abundancia de los camarones Penaeoidea (Crustacea: Decapoda) Colectados en las Campañas SIPCO (sur de Sinaloa, México) a bordo del B/O "El Puma. An Inst Cienc Mar y Limnol UNAM 13, 1: 165-368.

Hendrickx, M. E. 1993. Crustáceos decápodos bentónicos del sur de Sinaloa, Mexico. An Inst Biol UNAM 64, 1:1-16.

Hendrickx, M. E. 1995. Guia FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico-centro-oriental, Vol.1. Plantas e Invertebrados. 646 p. In Fischer, W. Krupp, F. Schneider, W. Sommer, C. Carpenter, K. E. y Niem V. H. (eds), FAO, Roma Italia.

Hendrickx, M. E. 1996. Los camarones Penaeoidea bentónicos (Crustácea Décapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico mexicano. CONABIO, 148 p.

Hendrickx, M. E., Páez-Osuna, F. and Zazueta-Padilla, H.M. 1998. Biology and biochemical composition of the deep-water shrimp *Heterocarpus vicarius* taxon (Crustacea:Decapoda:Caridea:Pandalidae) from the southeastern Gulf of California, Mexico. Bull Mar Sci, 63, 2:265-275.

Huang, H.J. 1983. Factors affecting succesful culture at *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei* at an estuarine power plant site: temperaure, salinity, inherent growth, variability, damselfly nymph predation, population density and distribution and polyculture. PhD. Dissertation. Texas A&M Univ Coll Station. TX USA, 221 p.

Hubbs, C.L. 1948. Changes in the fish fauna of western North America correlated with changes in ocean temperature. *J Mar Res* 7, 3: 459-482.

Instituto Nacional de la Pesca. 1985. Los recursos pesqueros del país. 1985. Secretaría de Pesca, México, D.F.

Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca. Atlas Pesquero de México 1994. México, D.F.

Kenyon, R. A. Loneragan, N. R. Hughes, J. M. and Saples, D. J. 1997. Habitat type influences and the microhabitat preference of juvenile of tiger prawns (*Penaeus esculentus* Haswell and *Penaeus semisulcatus* De Haan). *Est Coast Shelf Sci*, 45:393-403

Lehodey P., Bertignac M., Hampton J., Lewis A and Picaut J. 1997. El niño Southern Oscillation and tuna in the western Pacific. *Nature* 389:715-718

Magallon-Barajas, B.F.J. y Jacquemin, P.P. 1976. Observaciones biológicas sobre tres especies comerciales de camarón en las costas de Sinaloa, México.

Mem Simp Biol Dinámica Poblacional de Camarones, INP 8-13. Agosto, Guaymas, Sonora, México, Tomo II, p. 1-26.

Mendez, T. F. 1986. Aspectos relativos a madurez gonádica en el camarón de alta mar en las costas de Sonora y parte nororiental de Baja California. Bol Inf CRIP Guaymas, Son, INP 10:36-44.

Motoh, H. 1981. Studies on fisheries biology of the giant tiger prawn *Penaeus monodon* in the Philippines. Tech. Rep. 7 SEAFDEC Aquaculture Dept Iloilo Philippines, 128 p.

NOAA. 1999. Climate prediction center. Climate diagnostics bulletin. September.

O'Neill, F.M. Die, J. D. and Taylor, B. R. 1999. Accuracy of the at-sea commercial grading of tiger prawn (*Penaeus esculentus* and *P. semisulcatus*) in the Australian northern prawn fishery. Fish Bull 97, 2:396-402.

Prado de S. y Solis A. N. 1980. Evaluación de los Recursos Demersales Accesibles a Redes de Arrastre de Fondo en la plataforma Continental de la Costa Occidental de la Península de Baja California durante 1979 y 1980. Depto. de pesca. México, D.F.

Pérez-Farfante, I. 1970. Claves ilustradas para la identificación de los camarones comerciales de la América Latina. Inst. Nal Invest Biol Pesq Ser Divulg Instructivo 3, 50 p.

Pérez-Farfante, I. 1988, Illustrated key to penaeoidea shrimps of commerce in the Americas. US Dep Commer NOAA Tech rep NMFS 64, 32 p.

Pérez-Farfante, I. and Kensley, B. 1997. Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World. Keys and Diagnoses for the Families and Genera. *Mém Mus Nat Hist Nat. Tomo 175. Zoologie. Edition du Museum Paris.*

Ponce-Palafox, J. Martínez-Palacios, A. C. and Ross, G. L. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp *Penaeus vanamei*, Boone, 1931. *Aquaculture 157:107-115.*

Ramp R.S., McClean L.J. Collins A.C., Semtner J.A. and Hays A.S.K. 1997. Observations and modeling of the 1991-1992 El niño signal off central California. *J Geophys Res 102 C3:5553-55582.*

Rodríguez de la Cruz, C. 1981. Estado actual de la pesquería del camarón en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera, 1, 1: 63-60. México.*

Rogério, P. C. 1983. Patron de inmigración de postlarvas de *Penaeus* spp. (Brustácea: Decápoda, Penaeidae) en la boca del Río Baluarte, Sinaloa, México. Tesis de Grado. UNAM, 182 p.

SEMARNAP, 1998. Anuario estadístico de pesca. Instituto Nacional de la Pesca, México, D. F.

Sepúlveda, M. A. 1981. Estimación de la mortalidad natural y por pesca del camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sin., durante la temporada 76-77. Ciencia Pesquera 1, 1:71-90. México.

Sverdrup, H.U. Johnson, M.W. Fleming, R.H. 1942 The Oceans, their physics, chemistry, and general biology. Prentice-Hall, Englewood Hills., N. J., 1087 p.

Sepúlveda, M. A. 1996. Desarrollo y crecimiento del camarón azul (*P. stylirostris* Stimpson, 1891) en el sistema lagunar bahía Magdalena-Almejas B. C. S. Durante el periodo de 1987-1990. Ciencia Pesquera 12:46-55.

Statsoft. 1996. Statistica. Statsoft Inc. East 14th Street. Tulsa OK 74104, USA.

Xie L. Hsieh WW (1995) The global distribution of wind-induced upwelling. Fish Ocean, 4:52-67

Wicksten, M.K and Hendrickx, M. E.. 1992. Checklist of Penaeoid and caridean shrimps (Decapoda:Penaeoidea, Caridea) from the eastern tropical Pacific. Proc San Diego Soc Nat 9:1-11.

Wyrtki, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 4:33-68.

Zar, H. J. 1986. Bioestatistical Analysis. Second edition. Prentice-Hall International editions, New Jersey.

Zein-Eldin, Z.P. and Aldrich, 1965. Growth and survival of postlarval *Peneaus aztecus*. under controlled condition of temperature and salinty. Biol Bull 129, 199-216.

Zein-Eldin, Z.P. and Griffith, G. W. 1966. The effect of temperature upon the growth of laboratory-held postlarval *Penaesus aztecus*. Biol Bull 131:186-196.