

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Camarones peneidos (Decapoda: Natantia) del Golfo de Nicoya,
Costa Rica: Un análisis de su distribución y densidad

TESIS

Sometida a la consideración de la Comisión del
Programa de Estudios de Posgrado en Biología para optar al

Grado de
MAGISTER SCIENTIAE

Marcella Vitola Mauro

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica
1985

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a profesores y compañeros que me ayudaron y guiaron en el desarrollo de este estudio.

Mi agradecimiento muy especial a:

Dr. Manuel M. Murillo, Ph.D., profesor guía, por sus consejos y por el tiempo dedicado en la preparación de este escrito; y en su calidad de Director del CIMAR, por haberme permitido realizar este estudio bajo el auspicio de dicho centro de investigación.

José Antonio Vargas, M.Sc., profesor consejero, por su dedicación, comprensión y ayuda en el desarrollo de este estudio.

Juan Bautista Chavarría, M.Sc., profesor consejero, por el tiempo dedicado en la revisión de este escrito.

Dr. Douglas Robinson por su colaboración en el desarrollo de los programas de computación.

Rolando Hoffmaister, Ana Dittel, Luis Cruz y Carlos de Paco, con quienes compartí días de duro trabajo a bordo del buque "Skimmer" de la Universidad de Delaware.

Norma Bermúdez, por su trabajo mecanográfico.

Mi madre, por su apoyo y estímulo constante en el desarrollo de este estudio.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado En Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de Magister Scientiae.



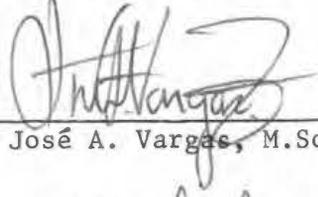
Dr. Oscar Fernández, Decano del SEP



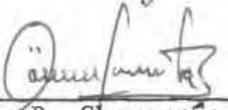
Dr. Manuel M. Murillo
Profesor Consejero



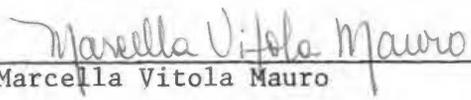
Prof. María Isabel Morales, M.Sc.
Directora SEP en Biología



Prof. José A. Vargas, M.Sc.



Prof. Juan B. Chavarría, M.Sc.



Marcella Vitola Mauro

INDICE

Agradecimientos.....	ii
Hoja de aprobación.....	iii
Índice de figuras y cuadros.....	v
Resumen.....	vi
<i>Introducción.....</i>	<i>1</i>
Materiales y Métodos.....	4
Resultados.....	10
Discusión.....	20
Conclusiones.....	32
Referencias citadas.....	39
Apéndice 1: Taxonomía.....	44
Apéndice 2: Densidades por estación, para cada especie.....	45
Apéndice 3: Coordenadas de las estaciones de muestreo.....	53

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 1.	Mapa del área de estudio.....	34
Cuadro 1.	Valores promedios, por estación, de las variables físico-químicas.....	35
Cuadro 2.	Ambitos de distribución de las especies..	36
Cuadro 3.	Densidad relativa promedio de las especies.....	37
Cuadro 4.	Coefficientes de correlación (r) de Pearson entre la distribución de las especies y las variables físico-químicas..	38

RESUMEN

Durante el período de enero a diciembre de 1981 se muestreó, en el Golfo de Nicoya, doce áreas comprendidas entre la isla Chira y la desembocadura del río Grande de Tárcoles. Se estudió la distribución y la densidad de las poblaciones de nueve especies de camarones peneidos (Familia Penaeidae y Sicyoniidae) pertenecientes a los géneros: Penaeus, Trachypenaeus, Xiphopenaeus, Protrachypene y Sicyonia.

Del análisis realizado se desprende que la región comprendida entre La Angostura (Puntarenas) y la desembocadura del río Grande de Tárcoles se caracteriza por altas concentraciones de camarones peneidos en contraste con las densidades medidas en la zona interna del Golfo, entre la isla Chira y la isla San Lucas. Las mayores concentraciones de individuos fueron medidas en las áreas cercanas a las desembocaduras de los ríos. En la época lluviosa (junio a noviembre) se notó un aumento en la densidad total de camarones respecto a la época seca.

INTRODUCCION

En la Clase Crustacea, el Suborden Natantia comprende tres infraórdenes: Caridea, Penaeidea y Stenopodidea (Holthuis, 1980). Los infraórdenes Caridea y Penaeidea agrupan un alto número de especies importantes desde el punto de vista de la explotación comercial. El grupo de los carideos, constituye la base principal de las pesquerías en mares templados y fríos; mientras que gran parte de la producción de camarones provenientes de aguas tropicales y subtropicales está compuesta por especies de peneidos (Pérez-Farfante, 1975a). En la actualidad, las pesquerías costeras mundiales aprovechan cerca de cuarenta especies de peneidos comprendidas en seis géneros, de los cuales tres (Penaeus, Trachypenaeus y Xiphopenaeus) sustentan las pesquerías en el continente americano, desde Carolina del Norte hasta Puerto Deseado, Argentina y, desde el Golfo de California hasta Tumbes, Perú (Holthuis, 1980; García & Le Reste, 1981). En Costa Rica la pesca del camarón, se concentra en aguas del litoral Pacífico en donde se explotan, principalmente las poblaciones de camarones peneidos. Se calcula que en los últimos 15 años la flota camaronera ha extraído un

promedio anual de 1647^{+356} t (toneladas métricas) (MAG, 1968-1981).

Al infraorden Penaeidea pertenece la Superfamilia Penaeoidea que agrupa cuatro familias: Solenoceridae, Aristaenidae, Penaeidae y Sicyoniidae (Holthuis, 1980) (Apéndice 1). Estas familias difieren en cuanto a los requerimientos ambientales para el desarrollo (Burkenroad, 1934). Las familias Solenoceridae y Aristaenidae agrupan especies que en su mayoría son de aguas oceánicas, cuyo desarrollo larval se lleva a cabo en mar abierto, lejos de la costa. Por el contrario, en las familias Penaeidae y Sicyoniidae en general, el desarrollo precisa que durante el ciclo de vida los organismos se desplacen entre aguas oceánicas y neríticas (García & Le Reste, 1981), en donde los estuarios proporcionan a estos camarones protección y abundantes recursos alimenticios para su desarrollo (Kutkuhm, 1966).

El Golfo de Nicoya es un estuario poco profundo, que constituye un ambiente favorable para el desarrollo de un número considerable de especies, muchas de ellas de importancia comercial, en especial peces y camarones (Maurer et al., 1980). Estudios preliminares realizados en este estuario por investigadores de las Universidades de Costa Rica y de Delaware, son indicativos de que un alto porcentaje de la biomasa total de invertebrados corresponde a los camarones peneidos (Maurer et al., 1980; Maurer et al., 1984). El aporte del estuario a la producción camaronera del litoral, se estima es de 724^{+180} t año⁻¹ (MAG, 1968-1981).

A pesar de la importancia económica que el recurso camaronero representa para el país, aún falta realizar estudios tendientes a

conocer la dinámica poblacional de las especies de camarones comerciales. La extracción de camarón a nivel comercial se inició en el Golfo de Nicoya desde el año 1950 (Bravo, 1975), y ha continuado hasta el presente sin que en su regulación se utilicen criterios de carácter biológico.

Son objetivos de este estudio: 1) Determinar la distribución de las especies de camarones peneidos (Penaeidae y Sicyoniidae) en el Golfo de Nicoya; en el área comprendida entre la isla Chira y la desembocadura del río Grande de Tárcoles; 2) Cuantificar la densidad de las especies de peneidos presentes e identificar cambios temporales en su abundancia; y 3) Detectar posibles correlaciones entre los parámetros físico-químicos evaluados, el patrón de distribución y las densidades de las poblaciones de peneidos.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

El Golfo de Nicoya está situado en la costa del Pacífico de Costa Rica y comprende un área aproximada de 1500 km². Este Golfo es un estuario positivo, aún durante la época seca, en el cual la entrada de agua dulce al sistema excede la evaporación (Maurer et al., 1980).

En el Golfo de Nicoya se pueden diferenciar dos zonas, de acuerdo con las características físico-químicas: (1) la zona interna, rodeada por manglares, limita al sur con la llamada Fosa de San Lucas. Esta fosa o depresión excede los 50 m de profundidad y se localiza entre Puntarenas y la isla San Lucas. Debido al efecto pronunciado de las mareas y a que las máximas profundidades medidas en la zona no alcanzan los 20 m, la mezcla no permite la formación de estratificaciones en ninguna época del año; sin embargo, la influencia del río Tempisque ocasiona, en los alrededores de su desembocadura, un frente de salinidad permanente, que es más intenso en la época lluviosa (Voorhis et al., 1983). Esta zona se caracteriza por su fondo de sedimento fino (95-100%) limo-arcilla), rico en materia orgánica (Maurer & Vargas, 1984; Vargas et al., 1984). (2) la zona externa, está caracterizada

por aumento en la profundidad hasta alcanzar los 200 m en la boca del Golfo; a partir de los 30-50 m de profundidad la estructura vertical presenta una haloclina, picnoclina y termoclina permanentes (Epifanio et al., 1983; Voorhis et al., 1983). En su margen oriental desembocan los ríos Barranca y Grande de Tárcoles, entre otros, esta característica permite la formación de un sustrato limo-arenoso, generalmente rico en infauna y epifauna (Maurer et al., 1984; Maurer & Vargas, 1984).

El flujo de corrientes en el Golfo de Nicoya comprende la salida de agua superficial proveniente de la zona interna que pasa por la Fosa de San Lucas y bordea el margen oriental del Golfo donde recibe el aporte de agua dulce de los ríos Barranca, Jesús María y Grande de Tárcoles. El agua que así sale es reemplazada por agua oceánica que entra al Golfo a lo largo del margen occidental, en todo el perfil de profundidad; asimismo hay una lengua de aguas oceánicas que se internan en el Golfo a lo largo del margen oriental del estuario, sobre el fondo. Debido a que estas corrientes alcanzan velocidades medias relativamente bajas (promedio aproximado en el orden de 0.5 m seg^{-1}), se considera que los procesos de mezcla son generados por efecto de las mareas (Voorhis et al., 1983).

El Golfo de Nicoya está considerado como un estuario de aguas muy productivas debido a la fertilización asociada al "afloramiento permanente" derivado de su carácter positivo, que se ve facilitado por la corta distancia que separa la boca del Golfo de las profundidades oceánicas del Pacífico. Esta condición hace posible la

influencia de la masa de agua Ecuatorial Sub-superficial (ESW), rica en nutrientes (Epifanio et al., 1983). Tal influjo de nutrientes induce condiciones favorables para el desarrollo de un número considerable de especies (Maurer et al., 1980).

La precipitación promedio sobre la zona circundante al área de estudio para 1981 varió de 79^{+132} mm mes⁻¹ durante la época seca (enero a mayo y diciembre) a 265^{+170} mm mes⁻¹ en la época lluviosa (junio a noviembre) (Instituto Meteorológico Nacional, 1981). En los períodos enero-mayo y junio-noviembre el promedio de caudal en el río Tempisque (Estación Guardia) aumentó de 13.27 a $57 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$; en el Grande de Tárcoles (Estación Alumbre) de 42.22 a $128 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$; y en el Barranca (Estación Guapinol) de 4.7 a $18.43 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$ (ICE, 1981).

Toma de muestras

El presente estudio comprende el análisis del material biológico y de los datos físico-químicos provenientes de 204 muestras obtenidas en 12 estaciones fijas distribuidas desde la isla Chira hasta la desembocadura del río Grande de Tárcoles (Figura 1). La toma de muestras se realizó en el período de enero a diciembre de 1981, a bordo del barco de investigación "Skimmer". Todos los arrastres se realizaron de día y el buque se desplazó siempre en sentido contrario a la dirección de la corriente, a una velocidad aproximada de 1.5 nudos (2.77 km/h) por períodos de 10 minutos. Todo el material biológico fue colectado con una red de arrastre de 9.1 m de boca (6.5 m en el momento del arrastre) con malla de 38 mm de abertura, equipada

con un copo o malla terminal de 36 mm de abertura. El área explorada en cada arrastre corresponde aproximadamente a 3009.5 m^2 .

El programa de toma de muestras incluyó el muestreo semanal (de enero a diciembre) de las estaciones fijas números 9, 10, 11 y 12. En tanto que en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 las muestras fueron tomadas mensualmente de enero a noviembre. Cuando una muestra resultó muy grande, debido a su volumen y al número de individuos, se analizó una submuestra tomada al azar y, con base en ésta, se extrapoló sobre el resto de su contenido. Únicamente para el género Penaeus se analizó todos los individuos capturados. En total se identificó 24361 individuos (17%) de un total estimado de 144355 especímenes capturados.

Para la identificación de las especies se utilizó la clave elaborado por Pérez-Farfante (1970) y la clave provisional sobre camarones peneidos publicada por Anderson & Lindner (1943).

Los parámetros físico-químicos salinidad, temperatura y concentración de oxígeno disuelto del agua del fondo, fueron medidos in situ; para medir la salinidad y la temperatura se utilizó el salinómetro Beckman RS-5 y para la concentración de oxígeno disuelto el instrumento YSI Modelo 51B.

Se recurre a información sobre la composición del sustrato derivada del estudio realizado por Vargas et al (1984), con el propósito de complementar el enfoque del trabajo.

Procesamiento de los datos

Para el ordenamiento de los datos biológicos y físico-químicos, se diseñó dos programas en lenguaje FORTRAN IV.

En el análisis estadístico se utilizó la prueba "t" de Student para la comparación entre promedios y el coeficiente de correlación "r" de Pearson (Sokal & Rohlf, 1979) para el reconocimiento de la asociación entre las especies y las variables físico-químicas. En el cálculo de esta última prueba, se diseñó un programa en lenguaje BASIC para microcomputadora. Previamente al desarrollo de ambas pruebas se realizó una transformación logarítmica ($\log(x+1)$) de los datos, que permitió eliminar la variación entre muestras.

Con el interés de obtener una mayor aplicación práctica de la información recopilada, se consideró conveniente dividir el área de estudio en dos partes: la zona interna del Golfo, que comprende desde la isla Chira hasta la isla San Lucas (Estaciones 1 a 8) y la zona externa que comprende el litoral este del Golfo de Nicoya, desde La Angostura (Puntarenas) hasta la desembocadura del río Grande de Tárcoles (Estaciones 9 a 12). Esta división además de obedecer a las diferencias oceanográficas que presentan las dos zonas (Voorhis, et al., 1983) responde a la necesidad de analizar las dos áreas por separado, por cuanto para efectos de la pesca comercial existe una regulación que prohíbe la pesca con embarcaciones de arrastre en la zona externa.

Asimismo, con el interés de determinar cambios temporales en abundancia, se agrupó las colectas según la época en que fueron realizadas: época seca (enero a mayo y diciembre) y época lluviosa (junio a noviembre).

RESULTADOS

Características físico-químicas del área de estudio

En cuanto a los parámetros físico-químicos, la salinidad y la concentración de oxígeno disuelto siguieron un patrón estacional (épocas seca y lluviosa) de acuerdo a la localización de las doce áreas muestreadas. La salinidad varió en el ámbito de 20 a 35 ‰ (partes por mil) y mostró un incremento en su concentración desde la parte interna hacia la boca del estuario; los valores más altos se registraron en la época seca. La concentración de oxígeno disuelto aumentó hacia la zona externa del Golfo, con variaciones estacionales; su concentración varió en el ámbito de 2.5 a 13.9 ppm (partes por millón). La temperatura no presentó un patrón de distribución definido y correspondió a las Estaciones 1 y 9 los mayores promedios; los valores registrados en el transcurso del estudio están incluidos en el ámbito de 17 a 31°C (Cuadro 1).

Los resultados obtenidos por Vargas et al. (1984) referentes a la calidad del sustrato, muestran diferencias en las características de cada una de las zonas (interna y externa). Las áreas muestreadas

(estaciones) localizadas en la zona interna del Golfo, en su mayoría, presentan un fondo compuesto por sedimento fino (grano de tamaño menor a 62 micras), rico en materia orgánica; siendo excepciones las estaciones 5 y 8, en donde el sustrato es mayormente arenoso. En la zona externa, en las estaciones 9, 10 y 11, el sustrato está compuesto en más de un 70% por arena; en la Estación 12, por efecto del río Grande de Tárcoles, el sedimento es fino (98% limo-arcilla) y con abundante materia orgánica (Cuadro 1).

Especies presentes en las muestras: consideraciones ecológicas

En el transcurso del estudio se capturaron diez especies de peñidos: Penaeus occidentalis, Penaeus stylirostris, Penaeus vannamei, Trachypenaeus byrdi, Trachypenaeus similis pacificus, Trachypenaeus faoea, Xiphopenaeus riveti, Protrachypene precipua, Sicyonia disdorsalis y Solenocera florea.

A continuación se exponen las características sobresalientes para cada especie, con base en los resultados sobre la distribución y la densidad de captura por m^2 (referirse al Apéndice 2 para mayor información). La prueba estadística de correlación utilizada para el reconocimiento de las variables físico-químicas que intervienen en la distribución de las especies, fue aplicada para cada uno de los casos (Cuadro 4). Los resultados obtenidos muestran, en términos generales, que las correlaciones entre la distribución de cada especie y, las características físico-químicas del agua, la profundidad y la textura del sustrato son débiles (cercanas a $r = 0$); un número grande de

coeficientes de correlación (r) no son superiores a 0.10 y, únicamente dos valores son superiores a 0.50 ($r = 0.506$ y $r = 0.589$). En el análisis practicado para cada especie por separado ($n = 204$), los valores mayores a $r = 0.13$ resultan significativamente diferentes de cero; lo cual indica la existencia de una asociación significativa. En aquellas pruebas en que el número de datos es escaso ($n = 12$), a pesar de que $r = 0.40$, no resultan significativamente diferentes de $r = 0$.

Penaeus occidentalis Streets, 1871

Penaeus occidentalis fue la más abundante (0.5880×10^{-3} individuos m^{-2}) entre las tres especies de Penaeus capturadas. La especie presentó una distribución amplia en el Golfo de Nicoya (Cuadro 2); se le encontró en todas las áreas muestreadas, excepto la Estación 8. La densidad promedio anual más alta (0.6452×10^{-3} ind. m^{-2}) corresponde a las muestras provenientes de la zona interna del Golfo, en donde se localizó una relativa mayor concentración de individuos en las estaciones 1 y 4; en la zona externa la densidad anual fue de 0.5462×10^{-3} ind. m^{-2} . Sin embargo estas diferencias en densidad observadas en las dos zonas (interna y externa), no son estadísticamente significativas ($\alpha = 0.05$).

El análisis comparativo de los valores de densidad obtenidos en las épocas seca y lluviosa, es indicativo de que la población de Penaeus occidentalis experimentó una fluctuación estacional significativa ($\alpha = 0.05$), pasando de 0.2885×10^{-3} ind. m^{-2} en la época seca a 0.7658×10^{-3} ind. m^{-2} en la época lluviosa (Cuadro 3).

La prueba de correlación aplicada para el reconocimiento de las variables físico-químicas analizadas que podrían intervenir en la distribución de la especie, muestra una correlación negativa ($r = -0.195$) altamente significativa ($\alpha = 0.01$) con la salinidad (Cuadro 4).

Penaeus stylirostris Stimpson, 1874

Los resultados obtenidos en el análisis de las muestras indican la presencia de la especie en toda el área, con excepción de la Estación 8 (Cuadro 2). La abundancia de Penaeus stylirostris según se deriva del presente estudio (0.4414×10^{-3} ind. m^{-2}), es indicativa de que la especie ocupa el segundo lugar en abundancia, respecto a las otras dos especies de Penaeus analizadas.

El estudio comparativo sobre las densidades de Penaeus stylirostris en las zonas interna y externa del Golfo muestra una diferencia significativa ($\alpha = 0.001$) en las dos zonas; el promedio anual de individuos capturados en la zona externa (0.5575×10^{-3} ind. m^{-2}) duplica el valor promedio obtenido en la zona interna (0.2820×10^{-3} ind. m^{-2}) (Cuadro 3). En cuanto al número de individuos colectados por estación, se observa que las mayores densidades corresponden al área cercana a las desembocaduras de los ríos Tempisque y Grande de Tárcoles (Estaciones 1 y 12), tanto en época seca como lluviosa).

El estudio comparativo de los valores de densidad obtenidos en la época seca y lluviosa, es indicativo de que la población de

Penaeus stylirostris no experimentó una fluctuación estacional, manteniendo valores de densidad similares en una y otra época; 0.4678×10^{-3} ind. m^{-2} en época seca y 0.4257×10^{-3} ind. m^{-2} en época lluviosa. Asimismo, no se reconocieron correlaciones significativas entre las variables físico-químicas y la distribución de la especie (Cuadro 4).

Penaeus vannamei Boone, 1931

En el Golfo de Nicoya Penaeus vannamei fue poco abundante con respecto a las otras especies de camarón blanco (Penaeus occidentalis y Penaeus stylirostris); la captura anual por m^2 alcanzó valores de 0.0846×10^{-3} individuos. Su presencia se observó en toda el área de estudio con excepción de la Estación 7 localizada en la Fosa de San Lucas, en donde se practicaron arrastres a más de 50 m de profundidad (Cuadro 2). En la zona externa del Golfo, la densidad relativa de P. vannamei presentó un valor mayor (0.1070×10^{-3} ind. m^{-2}) al observado en la zona interna del Golfo (0.0540×10^{-3} ind. m^{-2}). Sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa. Asimismo, el estudio comparativo de la densidad de la especie en las dos épocas del año (seca y lluviosa) indica que, la población de P. vannamei no experimentó cambios significativos en su abundancia (Cuadro 3).

Protrachypene precipua Burkenroad, 1934

Protrachypene precipua es de distribución generalizada en el Golfo de Nicoya (Cuadro 2); se le encontró en todas las localidades muestreadas, desde la isla Chira (Estación 1) hasta la desembocadura del

río Grande de Tárcoles (Estación 12). El análisis comparativo de las densidades obtenidas en la zona interna y externa del Golfo, muestra una diferencia significativa ($\alpha = 0.001$) en el promedio de las dos zonas; en la zona externa el promedio anual de individuos capturados por m^2 alcanzó valores de 50.50×10^{-3} , en contraste con la zona interna en donde se capturaron únicamente 6.22×10^{-3} ind. m^{-2} . Durante la época lluviosa se observó un aumento significativo ($\alpha = 0.001$) en la densidad de la especie con respecto a la densidad en la época seca; la densidad en la época lluviosa fue de 39.59×10^{-3} ind. m^{-2} y en la época seca de 18.77×10^{-3} ind. m^{-2} (Cuadro 3).

Como resultado de la prueba de correlación se obtuvo una correlación positiva significativa ($\alpha = 0.05$) entre la distribución de la especie y los niveles de oxígeno disuelto (Cuadro 4).

Xiphopenaeus riveti Bouvier, 1907

En el Golfo de Nicoya Xiphopenaeus riveti se capturó desde la isla Chira (Estación 1), en la zona interna del Golfo, hasta la desembocadura del río Grande de Tárcoles (Estación 12), abarcando toda el área de estudio (Cuadro 2). La captura promedio anual para esta especie fue de 184.67×10^{-3} ind. m^{-2} y ocupó así el primer lugar en abundancia con respecto a la totalidad de las especies identificadas.

El estudio comparativo entre las densidades relativas de Xiphopenaeus riveti en las zonas interna y externa del Golfo, muestra una densidad significativamente ($\alpha = 0.001$) mayor en la zona externa. La densidad promedio en esta última zona fue de 311.07×10^{-3} ind. m^{-2} ;

en la zona interna la densidad fue de 11.83×10^{-3} ind. m^{-2} (Cuadro 3).

En la época lluviosa, especialmente en los meses de setiembre, octubre y noviembre, se observó un aumento significativo ($\alpha = 0.001$) en la densidad; durante esta época la densidad alcanzó valores de 262.26×10^{-3} ind. m^{-2} , mientras que en la época seca la densidad fue de 53.99×10^{-3} ind. m^{-2} (Cuadro 3). Este aumento se notó particularmente en el área de desembocadura del río Grande de Tárcoles (Estación 12), donde durante la estación lluviosa se midió una densidad de 971.2×10^{-3} ind. m^{-2} . La prueba de correlación aplicada en el reconocimiento de las variables físico-químicas relacionadas con la distribución de la especie, indica la existencia de correlaciones significativas positivas con la profundidad ($r = 0.173$), la concentración de oxígeno disuelto ($r = 0.305$) y, negativa con la temperatura ($r = -0.154$) (Cuadro 4).

Trachypenaeus faoea Loesch & Avila, 1964

En el Golfo de Nicoya Trachypenaeus faoea fue capturada en la totalidad del área de estudio, con excepción de la Estación 5 (Cuadro 2). Las densidades más altas (18.68×10^{-3} ind. m^{-2}) corresponden al área de desembocadura del río Grande de Tárcoles (Estación 12). El estudio comparativo entre las densidades relativas de las zonas interna y externa del Golfo indica que, la densidad de T. faoea en la zona externa (10.70×10^{-3} ind. m^{-2}) es significativamente mayor ($\alpha = 0.001$) a la obtenida en la zona interna (1.60×10^{-3} ind. m^{-2}) (Cuadro 3).

En los meses de lluvia (época lluviosa), la densidad de Trachypenaeus faoea aumentó significativamente ($\alpha = 0.001$) con respecto a la época seca; en esta última época se obtuvo una densidad promedio de 3.45×10^{-3} ind. m^{-2} y en la época lluviosa el valor de densidad fue de 8.96×10^{-3} ind. m^{-2} (Cuadro 3). La aplicación del análisis de correlación entre las variables físico-químicas analizadas y la distribución de la especie indica la existencia de correlaciones significativas, positivas con la profundidad ($r = 0.184$) y la concentración de oxígeno disuelto ($r = 0.158$) y, negativa con la temperatura ($r = -0.170$) (Cuadro 4).

Trachypenaeus similis pacificus Burkenroad, 1934

En el transcurso del estudio Trachypenaeus similis pacificus se encontró en la zona externa del Golfo, principalmente en el área comprendida entre Caldera y la desembocadura del río Grande de Tárcoles (Estaciones 10, 11 y 12). En la Fosa de San Lucas (Estación 7) se capturó cinco especímenes, en los meses de junio y julio). La variación temporal en la densidad promedio de esta especie fue significativa ($\alpha = 0.01$); en la época seca la densidad alcanzó valores altos en la zona externa (5.65×10^{-3} ind. m^{-2}), en tanto que para la época lluviosa la densidad disminuyó a 0.5747×10^{-3} ind. m^{-2} (Cuadro 3).

La prueba de correlación aplicada entre las variables físico-químicas y la densidad, indica la existencia de correlaciones significativas con la temperatura ($r = -0.231$), la salinidad ($r = 0.210$) y la profundidad ($r = 0.162$) (Cuadro 4).

Sicyonia disdorsalis (Burkenroad)

Sicyonia disdorsalis se localizó en la zona externa del Golfo, en el área comprendida entre La Angostura en Puntarenas y la desembocadura del río Grande de Tárcoles (Estaciones 9, 10, 11 y 12). A pesar de que para la época seca su densidad promedio, en la zona externa, fue mayor (3.76×10^{-3} ind. m^{-2}) a la obtenida en la época lluviosa (1.44×10^{-3} ind. m^{-2}), esta diferencia no es estadísticamente significativa ($\alpha = 0.05$).

La prueba de correlación aplicada en el reconocimiento de las variables físico-químicas que intervienen en la distribución de la especie, indica la existencia de correlaciones significativas con la salinidad ($r = 0.165$) y con la temperatura ($r = -0.283$) (Cuadro 4).

Trachypenaeus byrdi Burkenroad, 1934

En el Golfo de Nicoya, Trachypenaeus byrdi fue capturada en el área comprendida entre la isla Chira (Estación 1) y la isla San Lucas (Estación 8) (Cuadro 2). Aún si la especie es abundante en toda el área referida, se observó una mayor concentración de individuos en la parte interna del estuario, en las estaciones 1, 2 y 3. El análisis comparativo entre las densidades medidas durante la época seca (enero-mayo) y la época lluviosa (junio-noviembre), es indicativo de que la población de T. byrdi experimentó una fluctuación estacional significativa ($\alpha = 0.05$); la densidad en la época seca fue de 9.07×10^{-3} ind. m^{-2} y en la época lluviosa de 29.77×10^{-3} ind. m^{-2} (Cuadro 3).

La prueba de correlación aplicada entre las variables físico-químicas y la densidad de la especie, indica la existencia de una correlación negativa significativa con la concentración de oxígeno disuelto ($r = -0.172$). La salinidad ($r = -0.431$) y la textura del sustrato ($r = 0.589$) presentaron correlaciones significativas con valores relativamente altos, que podrían reflejar una mayor asociación entre cada una de las variables y la distribución de la especie (Cuadro 4).

Solenocera florea Burkenroad, 1938

Solenocera florea sólo fue capturada en un arrastre realizado en la Estación 12 en el mes de marzo, en aguas cuya temperatura fue de 17°C (valor poco usual en la zona), con una salinidad de 34.8 ‰. Debido a que su presencia en el área de estudio fue ocasional, en la discusión de este trabajo no se hace mayor referencia acerca de su comportamiento y ecología.

DISCUSION

Las poblaciones de camarones peneidos (Familias Penaeidae y Sicyoniidae) se localizan en las zonas costeras, en profundidades generalmente menores a los 100 m (D'Croz et al., 1979; Castro, 1975; Hildebrand, 1954; Gunter, 1950). Su distribución y comportamiento dentro de esta franja costera, está asociada a factores ambientales como son la salinidad, la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto, la composición del sustrato y la disponibilidad de alimento (Williams, 1958; Hoese, 1969; Gunter et al., 1964; Pérez-Farfante, 1969; Edwards, 1978a; Rulifson, 1981).

La salinidad es un factor intrínseco de importancia en la distribución de las poblaciones (Gunter et al., 1964), debido al efecto fisiológico que causa la diferencia en concentración de las sales disueltas respecto a la concentración interna del organismo. La tolerancia a diferentes grados de salinidad es función de la capacidad osmoreguladora que caracteriza a cada especie (Mantel & Farmer, 1983). Por ejemplo, en los camarones blancos (Penaeus vannamei, Penaeus occidentalis, Penaeus stylirostris, Penaeus setiferus y Penaeus schmitti) la preferencia por las bajas salinidades es mayor que la

presentada por las especies de camarón rosado y café; las especies de camarón rosado (Penaeus duorarum y Penaeus brevirostris) habitan zonas con gran influencia marina (35 a 37 ‰), en tanto que las especies de camarón café (Penaeus californiensis y Penaeus aztecus) se localizan en aguas con salinidades intermedias (Gunter, 1961; Gunter et al., 1964; Pérez-Farfante, 1969; Gunter & Edwards, 1969; Loesch, 1980; Mair, 1980).

La composición del sustrato es un factor extrínseco determinante en la distribución de los camarones. La naturaleza bentónica de estos crustáceos les vincula íntimamente al sustrato, incidiendo el tamaño de la partícula en la distribución de las especies (Williams, 1958; Grady, 1971). La composición del sustrato se considera importante para aquellas especies con el hábito de excavar, como son Penaeus aztecus, Penaeus setiferus, Penaeus duorarum y Penaeus brasiliensis (Williams, 1958; Boschi, 1963; Pérez-Farfante, 1969).

En términos generales, la selección del sustrato se relaciona con el hábito detritívoro de estos crustáceos, que los obliga a buscar áreas en las que la concentración de materia orgánica satisfaga las demandas que impone un rápido desarrollo (Edwards, 1978a). Los peneidos son alimentadores de fondo omnívoros, en su dieta incluyen otros crustáceos, anélidos poliquetos, micro y meiofauna asociada a detritos orgánicos y algas cianofíceas (Williams, 1958; Gunter et al., 1964; Pérez-Farfante, 1969; Edwards, 1978b; D' Croz & Kwiecinsky, 1980).

El efecto de la temperatura sobre las poblaciones de camarones peneidos es de mayor relevancia en las zonas templadas, en donde las variaciones estacionales son más marcadas que en el trópico (Pullen & Trent, 1968; Pérez-Farfante, 1969). La concentración de oxígeno disuelto depende de otras variables, como pueden ser la concentración de materia orgánica y la composición del sustrato; y se relaciona con las necesidades respiratorias de cada especie (Posser & Brown, 1968).

Distribución

Los resultados obtenidos en el presente estudio, permiten distinguir tres patrones de distribución de las especies capturadas. El primero lo componen especies cuya distribución abarcó toda el área de estudio, como son Penaeus stylirostris, Penaeus occidentalis, Penaeus vannamei, Xiphopenaeus riveti, Trachypenaeus faoea y Protrachypene precipua; el segundo asocia a las especies cuya distribución se observó confinada a la zona exterior del Golfo, en este grupo se incluyen Sicyonia disdorsalis y Trachypenaeus similis pacificus; el tercero comprende una única especie, Trachypenaeus byrdi, cuya distribución se limitó a la zona interna del Golfo.

La amplia distribución de las especies de Penaeus en el área de estudio se debe a las características fisiológicas propias del género que les permite tolerar un amplio ámbito de salinidad (Mantel & Farmer, 1983); y para las cuales es bien reconocido que el ambiente estuarino juega un papel determinante en su desarrollo (Kutkhum, 1966). Las etapas juveniles de este género requieren condiciones estuarinas para

su desarrollo, en tanto que los adultos habitan ambientes marinos (Edwards, 1978b; D'Croz & Kwiecinsky, 1980; Holthuis, 1980). Además, la calidad del sustrato del área de estudio (limo, arcilla y arena), facilita la distribución extensa de estas especies (Williams, 1958; Rulifson, 1981).

En el Golfo de Nicoya Penaeus occidentalis y Penaeus stylirostris fueron capturadas en aguas con características físico-químicas similares (Cuadro 2), en tanto que Penaeus vannamei, escasamente abundante en relación con estas dos especies, presentó un reducido ámbito de distribución, asociado con aguas cuya salinidad varió en el ámbito de 28.7 a 35 ‰. La escasa abundancia relativa de P. vannamei coincide con las observaciones de D'Croz & Kwiecinsky (1980) en Panamá y de Loesch & Cobo (1966) en el Ecuador, en donde la especie es poco común con respecto a las otras especies de camarón blanco (Penaeus occidentalis y Penaeus stylirostris). Por el contrario en las costas de México, P. vannamei domina las poblaciones de camarones blancos (Edwards, 1978b). Estas diferencias en la densidad a lo largo del ámbito latitudinal de las especies, son conocidas y se explican en función de que el centro de distribución de la especie, está localizado en la parte norte del continente americano (Burkenroad, 1939; Holthuis, 1980).

Algunas investigaciones previas, realizadas con la misma metodología de muestreo (Maurer et al., 1980; Maurer et al., 1984) indicaron que en el Golfo de Nicoya Penaeus occidentalis y Penaeus vannamei alcanzaron densidades bajas en relación a Penaeus stylirostris

En el presente estudio la especie más abundante fue P. occidentalis, seguida por P. stylirostris. Estas divergencias podrían deberse a variaciones en la salinidad; en el año en que se realizó el primer estudio, la salinidad en el Golfo presentó valores muy altos (36 ‰ frente a Chomes), debido posiblemente a la escasa precipitación. Esta interpretación se confirma con el resultado del análisis de correlación, el cual indica que P. occidentalis está asociada con aguas de baja salinidad (en el ámbito de 20 a 35 ‰). Observaciones realizadas por Rodríguez (1979), sobre la pesca del camarón en el Golfo de Nicoya, indican que P. occidentalis ocupa el primer lugar en abundancia relativa dentro de los camarones blancos.

Trachypenaeus faoea y Xiphopenaeus riveti presentaron ambas una distribución similar que parece estar asociada con las variables: concentración de oxígeno disuelto, profundidad y temperatura; los coeficientes de correlación para cada uno de los casos, presentan valores cercanos a cero estadísticamente significativos (Cuadro 4). Este resultado podría ser efecto de la concentración de las poblaciones en la zona externa, especialmente en la época lluviosa, cuando las condiciones alimenticias, se especula, son muy favorables. En esta época, los promedios de temperatura disminuyen y la concentración de oxígeno disuelto aumenta en la zona (Cuadro 1).

No obstante su distribución generalizada en el área de estudio, las mayores densidades de Trachypenaeus faoea y Xiphopenaeus riveti fueron obtenidas en aguas con mayor influencia marina, típicamente aquellas de la zona exterior del Golfo; en su distribución se observó

un relativo estrecho ámbito de salinidad (28.7 a 35 ‰). Estos resultados son coincidentes con observaciones provenientes de otras áreas del litoral americano. Ambas especies son comunes desde México hasta Perú, asociadas siempre a aguas costeras poco profundas (3.5 a 24 m) con fuerte influencia marina (Pérez-Farfante, 1971; Holthuis, 1980). En Panamá se les encuentra asociadas a aguas marinas frente a los manglares (D'Croze & Kwiecinsky, 1980). De igual manera De la Cruz (1981) reconoce que, en aguas del litoral mejicano a estas especies se les captura en ambientes bajo influencia marina.

Protrachypene precipua es una especie que habita aguas costeras de carácter marino, desde El Salvador hasta Ecuador, en profundidades inferiores a 15 m (Phillips & Cole, 1977; Holthuis, 1980). En el Golfo de Nicoya su presencia no se observó sujeta a altas salinidades sino que, por el contrario, se le capturó en un amplio ámbito de 20 a 35 ‰. El carácter marino de P. precipua se refleja en la gran cantidad de individuos localizados en la zona externa del Golfo, donde la influencia marina es mayor.

Trachypenaeus similis pacificus y Sicvonia disdorsalis presentaron ambas un patrón de distribución ligado a la zona externa del Golfo, sin embargo, S. disdorsalis mantuvo una distribución temporal y espacial más amplia que la observada para T. similis pacificus. Ambas presentaron una distribución similar que parece estar condicionada por la salinidad y la temperatura. Los valores de correlación con estas variables, aunque cercanos a cero, son significativos, e indican un aumento en la concentración de los individuos a mayores

salinidades y menores temperaturas (Cuadro 4). La estrecha distribución de Sicyonia disdorsalis y Trachypenaeus similis pacificus en el Golfo, podría corresponder a observaciones referentes a la fisiología. Estudios sobre el proceso de osmoregulación propio de sus congéneres del Atlántico, Sicyonia dorsalis y Trachypenaeus similis, muestran el carácter estenohalino de estos organismos, pudiendo adaptarse a un corto ámbito de gradación en la concentración del medio que los rodea (Mantel & Farmer, 1983).

Maurer et al. (1984) identifican a Sicyonia disdorsalis y Trachypenaeus similis pacificus en la zona interna y externa del Golfo de Nicoya, junto a Trachypenaeus faoea, Penaeus stylirostris y otras; en esta ocasión la salinidad en la zona interna alcanzó valores de 36 ‰. Esta observación podría ser indicativa de que la distribución de T. similis pacificus y S. disdorsalis en el Golfo de Nicoya, está condicionada por la salinidad.

En el Golfo de Nicoya, tanto en el presente estudio como en el estudio preliminar realizado por Maurer et al. (1980), la presencia de Trachypenaeus byrdi se observó únicamente en el área comprendida entre la isla San Lucas y la isla Chira (zona interna); donde se le capturó junto con Xiphopenaeus riveti, Protrachypene precipua y Trachypenaeus faoea entre otras. Su distribución parece estar asociada con bajas concentraciones de oxígeno disuelto, bajas salinidades y sustratos con alto porcentaje de limo-arcilla. Estas dos últimas variables presentan un valor de correlación significativo ($r = -0.431$ y $r = 0.589$, respectivamente).

En el transcurso del estudio la especie se capturó en aguas cuyas salinidades estuvieron comprendidas en el ámbito de 20 a 35 ‰, sobre fondos limo-arcillosos ricos en materia orgánica. Este resultado coincide con las observaciones provenientes de otras áreas del Pacífico, en donde la especie (común desde México a Perú) se encuentra asociada a sustratos de barro suave en aguas costeras poco profundas (3.5 m a 20 m), tanto salobres como marinas (Holthuis, 1980). La zona interna del Golfo se caracteriza por presentar un sustrato con gran contenido de sedimento fino (95-100 % limo-arcilla), rico en materia orgánica (Maurer & Vargas, 1984). Debido posiblemente a su alto contenido de material orgánico, los niveles de oxígeno medidos en esta zona son pobres (5.89 ± 2.19 ppm) en relación a la zona externa del Golfo (7.06 ± 2.57 ppm) (Cuadro 1). El confinamiento de la especie en la zona interna del Golfo podría responder a su predilección por sustratos de grano fino. La razón que justifica la correlación negativa altamente significativa con la salinidad ($r = -0.431$), podría estar relacionada con la gran concentración de la especie en el área cercana a la desembocadura del río Tempisque. En esta área (Estaciones 1, 2 y 3), debido a la influencia del río, posiblemente la acumulación de materia orgánica favorece la concentración de los camarones; al mismo tiempo que el efecto de dilución mantiene concentraciones de salinidad relativamente bajas (Cuadro 1).

Abundancia

El estudio comparativo entre las densidades relativas de las poblaciones de camarones peneidos en las zonas interna y externa del Golfo, es indicativo de una significativa ($\alpha = 0.05$) mayor concentración de individuos en el área comprendida entre La Angostura y la desembocadura del río Grande de Tárcoles (zona externa). La densidad promedio anual en esta última zona fue de $369.67 \pm 636.18 \times 10^{-3} \text{ ind. m}^{-2}$; en tanto que para la zona interna el promedio de individuos capturados por m^{-2} fue de $42.62 \pm 65.47 \times 10^{-3} \text{ ind. m}^{-2}$. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Maurer et al. (1980), en el estudio sobre la cuantificación de la biomasa y abundancia de los invertebrados megabentónicos del Golfo de Nicoya. En este estudio, se determinó una mayor abundancia relativa de los camarones peneidos en el costado oriental de la zona externa del Golfo.

La concentración de las poblaciones de peneidos en la zona externa, parece obedecer a las características físico-químicas determinadas por la entrada de los ríos Barranca, Jesús María y Grande de Tárcoles. En estudios anteriores se sugiere que el efecto de estos ríos sobre la zona, permite la formación de un sustrato limo-arenoso, generalmente rico en infauna y epifauna (Maurer et al., 1984; Maurer & Vargas, 1984), en donde la presencia de pequeños crustáceos y poliquetos junto a micro y a meiofauna asociada al detrito, garantiza una fuente de alimento para los camarones peneidos (Edwards, 1978b; Maurer & Vargas, 1984).

En la parte interna del Golfo, corresponde a las estaciones más cercanas a la desembocadura del río Tempisque (Estaciones 1, 2 y 3)

las mayores densidades de camarones medidos en la zona. Estas observaciones sugieren, que en el área cercana a la desembocadura de los ríos, las condiciones para el mantenimiento de las poblaciones de peñidos son favorables. En las desembocaduras, debido a la entrada de agua dulce al sistema costero, se forma un frente de salinidad en donde se concentran nutrientes y en general se favorece una alta productividad primaria y secundaria (Parsons & Takahashi, 1973). El drenaje de sedimentos y nutrientes provenientes de tierra firme, sumado a la turbulencia propia de estas zonas permite la concentración de las poblaciones de camarones, que encuentran en estas áreas protección y alimento (Bessonov et al., 1971; Chapa, 1975). En el caso de las especies Penaeus occidentalis y Penaeus stylirostris, debido a su actividad diurna, se ha observado una preferencia por zonas de gran turbidez que les permite protegerse de los depredadores (Chapa, 1975).

Estacionalidad

La precipitación, afecta tanto la salinidad como la temperatura del agua (Gunter & Edwards, 1969). En las zonas costeras, su efecto se ve incrementado por la influencia del drenaje terrestre; el lavado de los terrenos y el consecuente aumento del volumen de los ríos favorece el aporte de fosfatos, nitratos y de materia orgánica disuelta y particulada (Edwards, 1978a).

En el presente estudio, el análisis comparativo entre el número de individuos capturados en las épocas seca (enero a mayo y diciembre) y lluviosa (junio a noviembre), es indicativo de un aumento

significativo ($\alpha = 0.001$) en los meses de junio a noviembre. En la época seca, el promedio de camarones capturados por m^2 , en la totalidad del área muestreada, correspondió a $92.47 \pm 296.7 \times 10^{-3}$ ind. m^{-2} ; en tanto que para la época lluviosa el promedio fue de $314.52 \pm 589.99 \times 10^{-3}$ ind. m^{-2} . La prueba estadística de correlación, aplicada entre el promedio mensual de precipitación en el área circundante al Golfo (Instituto Meteorológico Nacional, 1981) y el promedio de individuos capturados mensualmente, indica la existencia de una correlación positiva ($r = 0.59$) significativa ($\alpha = 0.05$) entre estas dos variables.

En el Golfo de Nicoya, el aumento de la productividad secundaria en los meses de lluvia, ha sido observado en otras oportunidades. Maurer & Vargas (1984), en el estudio sobre las poblaciones de organismos bentónicos del Golfo de Nicoya, reconocen para el mes de julio una gran abundancia y biomasa en la infauna y epifauna localizadas en el sector comprendido entre las desembocaduras de los ríos Barranca y Grande de Tárcoles; asimismo, consideran que para la época lluviosa el incremento en el volumen de los ríos, permite un mayor aporte de detritos y nutrientes que benefician especialmente a las poblaciones de poliquetos y anfípodos, que a su vez sirven de alimento a peces y camarones.

Debido al hábito detritívoro de los camarones, el aumento de material orgánico producto del drenaje terrestre, favorece el desarrollo de sus poblaciones. En el caso particular del camarón blanco y en general en las especies de la Familia Penaeidae, el descenso en la

salinidad por efecto de la dilución, aumenta el ambiente propicio para el desarrollo de las larvas y juveniles, incidiendo en la biomasa de las poblaciones (Kutkuhm, 1966; Chapa, 1975). En algunas especies, como Trachypenaeus similis pacificus, la reducción significativa ($\alpha=0.001$) de su densidad en la época lluviosa (0.5747×10^{-3} ind. m^{-2}), respecto a la época seca (5.65×10^{-3} ind. m^{-2}) permite suponer que la especie no se adapta fácilmente a las condiciones de dilución del medio (Mantel & Farmer, 1983). La misma observación podría aplicarse en el caso de Sicyonia didorsalis, cuyo promedio fue mayor en la época seca (3.76×10^{-3} ind. m^{-2}) respecto a la época lluviosa (1.44×10^{-3} ind. m^{-2}); sin embargo esta diferencia no es estadísticamente significativa ($\alpha = 0.05$).

CONCLUSIONES

La información analizada como parte de este estudio aporta elementos que contribuyen al conocimiento de las poblaciones de camarones peneidos del Golfo de Nicoya, y provee una base de conocimiento para futuros estudios relativos a la biología de este recurso.

Los resultados obtenidos del análisis de correlación indican que en general, en el período de estudio, la distribución de las especies de peneidos no presentó una asociación estrecha ($r = \pm 1$) con las características físico-químicas del agua (concentración de oxígeno disuelto, salinidad y temperatura) y la profundidad. Sin embargo, se especula que la salinidad es un parámetro importante en la distribución de Sicyonia disdorsalis y Trachypenaeus similis pacificus en el Golfo de Nicoya. En el caso único de Trachypenaeus byrdi, su distribución parece estar sujeta a las condiciones del sustrato.

Las mayores concentraciones de individuos se observaron en las áreas cercanas a las desembocaduras de los ríos (Grande de Tárcoles, Jesús María, Barranca y Tempisque), debido posiblemente a las condiciones ambientales y a la disponibilidad de alimento que caracteriza las áreas de desembocadura. En la época lluviosa se cuantificó un

aumento de la población global de camarones. Se especula que este aumento está relacionado con la biología reproductiva de las especies, que determina para esta época el reclutamiento de nuevos individuos en las poblaciones.

Entre La Angostura (Puntarenas) y la desembocadura del río Grande de Tárcoles, se encontró mayores concentraciones de camarones que las observadas en las áreas muestreadas en la zona interna del Golfo, entre la isla Chira y la isla San Lucas. Es importante destacar que la pesca en esta última zona es a nivel artesanal y se ejerce en las partes más someras; mientras que la zona externa del Golfo de Nicoya está sujeta a una constante pesca con barcos arrastreros, que reducen considerablemente las poblaciones de camarones.

Con el propósito de completar el estudio referente a la biología de las especies de camarones peneidos que forman parte de la comunidad megabentónica del Golfo, se sugiere dedicar futuros esfuerzos a evaluar el área externa del Golfo de Nicoya, no incluida en esta investigación.

Se sugiere además, dedicar atención al reconocimiento de factores biológicos determinantes de la distribución de las poblaciones de peneidos; por ejemplo, la asociación entre las especies y la competencia. La metodología puede ser mejorada mediante la determinación de la turbidez y del material orgánico asociado al sustrato.

Este estudio forma parte de un programa de investigación que lleva a cabo el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), para la evaluación ecológica de las comunidades megabentónicas del Golfo de Nicoya.



Figura 1. Estaciones de muestreo, Golfo de Nicoya, Costa Rica. 1981.

CUADRO 1. Valores promedio (\pm d.s) por estación de: salinidad (‰), temperatura (° C) y concentración de oxígeno disuelto (ppm) del agua en el fondo; para las épocas seca (claro) y lluviosa (oscuro). Promedios de profundidad de arrastre (m) y porcentajes de limo-arcilla (% $\lt; 62\mu$). 1981. Golfo de Nicoya, Costa Rica.

ESTACION	SALINIDAD	TEMPERATURA	OXIGENO	PROFUNDIDAD ⁽¹⁾	% LIMO-ARCILLA ⁽²⁾
1	32.8 \pm 0.7 27.1 \pm 3.1	28.4 \pm 0.9 28.4 \pm 0.7	6.3 \pm 1.2 4.3 \pm 1.2	9.7 \pm 2	90
2	33.3 \pm 0.7 31.3 \pm 0.5	27.1 \pm 1.1 26.6 \pm 0.4	5.1 \pm 1.0 6.1 \pm 2.6	14 \pm 2	80
3	34.3 \pm 0.4 30.8 \pm 1.3	27.4 \pm 0.9 26.8 \pm 0.8	6.3 \pm 2.1 5.1 \pm 2.6	12 \pm 3	98
4	33.4 \pm 0.3 30.3 \pm 0.9	27.2 \pm 1.1 27.4 \pm 0.7	5.8 \pm 0.6 5.1 \pm 1.1	9 \pm 1	87
5	34.2 \pm 0.5 31.8 \pm 0.8	27.2 \pm 1.1 26.5 \pm 0.5	6.1 \pm 0.8 6.3 \pm 1.9	15 \pm 2	4
6	34.1 \pm 0.4 31.5 \pm 0.8	27.3 \pm 1.2 26.2 \pm 1.2	5.1 \pm 1.0 6.5 \pm 2.7	15 \pm 4	86
7	34.2 \pm 0.4 32.0 \pm 0.6	25.6 \pm 2.0 26.1 \pm 0.6	5.4 \pm 0.4 7.4 \pm 2.9	45 \pm 11	95
8	34.2 \pm 0.4 31.9 \pm 0.4	27.3 \pm 1.5 26.1 \pm 0.9	7.3 \pm 2.4 6.5 \pm 2.2	17 \pm 3	21
9	33.9 \pm 0.4 31.5 \pm 0.7	28.2 \pm 1.0 27.7 \pm 1.3	6.6 \pm 2.2 7.2 \pm 2.2	10 \pm 2	28
10	34.3 \pm 0.6 31.9 \pm 0.7	27.6 \pm 1.2 26.8 \pm 1.2	6.2 \pm 1.9 8.07 \pm 2.7	15 \pm 2	27
11	34.1 \pm 0.4 32.7 \pm 0.9	27.6 \pm 1.3 25.9 \pm 1.2	5.6 \pm 0.5 8.0 \pm 2.9	18 \pm 3	2
12	34.2 \pm 0.4 32.6 \pm 1.2	25.7 \pm 3.9 26.1 \pm 1.6	5.6 \pm 0.7 6.9 \pm 2.7	16 \pm 7	98

(1) Efecto de la marea \pm 2.5 m

(2) Fuente: Vargas et al., 1984.

CUADRO 2. Ambitos de distribución de las especies de camarones peneidos, de acuerdo a la temperatura (°C), salinidad (‰) y concentración de oxígeno disuelto (ppm) del agua en el fondo, y profundidad (m). 1981, Golfo de Nicoya, Costa Rica.

ESPECIE	TEMPERATURA	SALINIDAD	OXIGENO	PROFUNDIDAD
<u>Penaeus occidentalis</u>	25,5-29,0	20,0-35,0	3,1-13,9	7-49
<u>Penaeus stylirostris</u>	17,3-31,0	20,0-35,0	2,6-13,0	7-49
<u>Penaeus vannamei</u>	17,3-29,9	28,7-35,0	3,6-11,7	7-24
<u>Protrachypene precipua</u>	23,5-31,0	20,0-35,0	3,1-13,9	7-49
<u>Xiphopenaeus riveti</u>	25,5-31,0	28,7-35,0	3,1-13,9	7-70
<u>Trachypenaeus faoea</u>	17,3-30,0	28,7-35,0	2,5-13,0	7-70
<u>T. similis pacificus</u>	17,3-30,0	30,7-35,0	3,4-6,7	14-40
<u>Sicyonia disdorsalis</u>	17,3-31,0	30,4-35,0	3,4-13,0	7-38
<u>Trachypenaeus byrdi</u>	23,5-30,0	20,0-35,0	2,5-11,9	6-70

CUADRO 3. Densidad relativa promedio \pm d.s. ($\times 10^{-3}$ ind. m^{-2}) de las especies de camarones peneidos capturadas en las zonas interna, externa y totalidad del área de estudio. Epoca seca v lluviosa. 1981. Golfo de Nicoya, Costa Rica. Red de arrastre con malla de 36 mm de abertura.

ESPECIE	ZONA INTERNA			ZONA EXTERNA			TOTALIDAD AREA		
	SECA	LLUVIOSA	ANUAL	SECA	LLUVIOSA	ANUAL	SECA	LLUVIOSA	ANUAL
<u>Penaeus occidentalis</u>	0.3322 \pm 0.8269	0.8216 \pm 3.01	0.6452 \pm 2.47	0.2643 \pm 0.9005	0.7139 \pm 1.29	0.5462 \pm 1.18	0.2885 \pm 0.8663	0.7658 \pm 2.20	0.5880 \pm 1.83
<u>Penaeus stylirostris</u>	0.2894 \pm 0.9796	0.2779 \pm 0.8842	0.2820 \pm 0.9170	0.6041 \pm 1.06	0.5298 \pm 0.7952	0.5575 \pm 0.9038	0.4678 \pm 1.03	0.4257 \pm 0.8460	0.4414 \pm 0.9209
<u>Penaeus vannamei</u>	0.0428 \pm 0.1113	0.0604 \pm 0.1429	0.0540 \pm 0.1300	0.1283 \pm 0.4919	0.0942 \pm 0.2350	0.1070 \pm 0.3522	0.0918 \pm 0.3834	0.0804 \pm 0.2024	0.0846 \pm 0.2837
<u>Protrachypene precipua</u>	6.57 \pm 18.53	6.02 \pm 18.31	6.22 \pm 18.3	27.80 \pm 103.92	64.00 \pm 131.17	50.50 \pm 122.9	18.77 \pm 80.65	39.59 \pm 104.44	31.83 \pm 96.79
<u>Xiphopenaeus riveti</u>	7.28 \pm 22.13	13.98 \pm 60.19	11.83 \pm 50.0	88.12 \pm 293.99	443.24 \pm 653.39	311.07 \pm 573.8	53.99 \pm 227.68	262.26 \pm 541.43	184.67 \pm 462.01
<u>Trachypenaeus faoesa</u>	0.5359 \pm 1.27	2.21 \pm 5.46	1.60 \pm 4.5	5.58 \pm 8.63	13.87 \pm 18.68	10.70 \pm 16.0	3.45 \pm 7.08	8.96 \pm 15.74	6.91 \pm 13.46
<u>T. similis pacificus</u>	-	0.030 \pm 0.1822	0.0193 \pm 0.1464	5.65 \pm 22.02	0.5747 \pm 4.83	2.46 \pm 14.19	3.31 \pm 17.09	0.3425 \pm 3.67	1.43 \pm 10.86
<u>Sicyonia disdorsalis</u>	-	-	-	3.76 \pm 10.99	1.44 \pm 3.14	2.30 \pm 7.25	-	-	1.33 \pm 5.63
<u>Trachypenaeus byrdi</u>	9.07 \pm 11.06	29.77 \pm 34.37	22.31 \pm 29.97	-	-	-	-	-	9.40 \pm 22.36

CUADRO 4. Coeficientes de correlación (r) de Pearson entre la distribución y densidad de las especies de camarones peneidos y las variables físico-químicas: salinidad (‰), temperatura (°C), concentración de oxígeno disuelto (ppm), profundidad de arrastre (m) y porcentaje de limo-arcilla en el sustrato. 1981. Golfo de Nicoya, Costa Rica * α = 0.05; ** α = 0.01.

ESPECIE	SALINIDAD	TEMPERATURA	OXIGENO	PROFUNDIDAD	% LIMO-ARCILLA(1)
<u>Penaeus occidentalis</u>	-0.195**	0.012	-0.014	-0.123	0.506
<u>Penaeus stylirostris</u>	-0.027	-0.024	0.036	0.006	0.413
<u>Penaeus vannamei</u>	0.061	0.078	-0.081	-0.093	0.052
<u>Protrachypene precipua</u>	-0.096	-0.120	0.138*	-0.034	0.454
<u>Xiphopenaeus riveti</u>	-0.029	-0.154*	0.305**	0.173*	0.005
<u>Trachypena faoea</u>	0.081	-0.170*	0.158*	0.184**	0.175
<u>T. similis pacificus</u>	0.210**	-0.231**	-0.113	0.162*	0.295
<u>Sicyonia disdorsalis</u>	0.165*	-0.283**	-0.008	0.101	0.210
<u>Trachypena byrdi</u>	-0.431**	0.049	-0.172*	0.120	0.589*

(1) FUENTE: Vargas et al. (1984)

REFERENCIAS CITADAS

- Anderson, W. & M.J. Lindner. 1943. A provisional key to the shrimps of the family Penaeidae with special reference to American forms. American fishery Society. 73: 284-319.
- Bessonov, N.A. Elizarov & H. Santana Marquez. 1971. Condiciones oceanográficas en la Bahía de Cienfuegos en los meses de octubre de 1967 y abril de 1968, con relación a la distribución del camarón. In: Symposium on investigations and resources of the Caribbean Sea and adjacent regions. UNESCO. pp. 325-341.
- Boschi, E. 1963. Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la costa Atlántica de América del Sur. Instituto de Biología Marina. Universidades Nacionales de Buenos Aires. Boletín No.3, 39 p.
- Bravo, E. 1975. Características generales de los recursos camaroneros de Costa Rica. Dirección General de Recursos Pesqueros y Vida Silvestre. MAG. 21 p. (mimeografiado).
- Burkenroad, M., 1934. The penaeidae of Louisiana. American Museum of Natural History Bulletin. 68 (2): 61-143.
- Burkenroad, M. 1939. Further observations on penaeidae of the Northern Gulf of Mexico. Bull. of the Bigham Oceanographic Collection 6 (6): 1-62.
- Castro, L.A.B. 1975. Lavagem de Trimetilamina (TMA) pela Agua de Fusao do gelo utilizado na conservacao do camarao Sete Barbas (Xiphopenaeus kroyeri), Boletim do Instituto de Pesca. Santos. 4 (2): 29-36.
- Cobo, M. & H. Loesch. 1966. Estudio estadístico de la pesca del camarón en el Ecuador y de algunas características biológicas de las especies explotadas. Boletín Científico y Técnico. Instituto Nacional de Pesca del Ecuador. 1 (6): 1-25.

- Chapa, H. 1975. Notas sobre el comportamiento de los camarones del género *Penaeus*. EN: Memorias del Segundo Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Universidad de Oriente, Venezuela. pp. 121-138.
- D'Croz, L. & B. Kwiecinski. 1980. Contribución de los manglares a las pesquerías de la Bahía de Panamá. *Rev. Biol. Trop.* 28 (1): 13-29.
- D'Croz, L.; F. Chérigo; Nuria Esquivel. 1979. Observaciones sobre la biología y pesca del camarón blanco (*Penaeus* spp) en el Pacífico de Panamá. *AN. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México.* 6 (2): 45-58.
- De la Cruz, Ma. Concepción. 1981. Estado actual de la pesquería de camarón en el Pacífico mexicano. *Ciencia pesquera Inst. Nal. Pesca. Depto. Pesca, México.* 1 (1): 53-60.
- Edwards, R.R.C. 1978a. Ecology of a coastal lagoon complex in Mexico. *Est. Coast. Mar. Sci.* 6 (1): 75-92.
- Edwards, R.R.C. 1978b. The fishery and fisheries biology of penaeid shrimp on the Pacific coast of Mexico. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16: 145-180.
- Epifanio, C.E., D. Maurer & A. Dittel. 1983. Seasonal changes in nutrients and dissolved oxygen in the Gulf of Nicoya, a tropical estuary on the Pacific coast of Central America. *Hydrobiologia.* 191: 231-238.
- García, S. Le Reste. 1981. Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. *FAO Fisheries. Technical paper No. 203.* 215 p.
- Grady, J.R. 1971. The distribution of sediment properties and shrimp catch on two shrimping grounds on the continental shelf of the Gulf of Mexico. *Proc. Gulf & Caribbean Fisheries Inst.* 23: 139-148.
- Gunter, G. 1950. Seasonal population changes and distribution as related to salinity, of certain invertebrates of the Texas Coast, including the commercial shrimp. *Publications of the Institute of Marine Science.* 1 (2): 1-51.
- Gunter, G. 1961. Habitat of juvenile shrimp (Family Penaeidae). *Ecology.* 42 (3): 598-600.

- Gunter, G., J.Y. Christmas & R. Killebrew. 1964. Some relations of salinity to population distributions of motile estuarine organisms with special reference to penaeid shrimp. *Ecology*. 45 (1): 181-185.
- Gunter, G. & J.C. Edwards. 1969. The relation of rainfall and fresh water drainage to the production of the penaeid shrimps (Penaeus fluvialis Say and Penaeus aztecus Ives) in Texas and Louisiana waters. In: Proc. World Scient. Conf. on the Biology and Culture of Shrimps and Prawns, FAO Fish Report. 3 (57): 875-892.
- Hildenbrand, H. 1954. A study of the fauna the brown shrimp (Penaeus aztecus Ives) grounds in the Western Gulf of Mexico. Institute of Marine Science. University of Texas. 3 (2): 1-366.
- Hoese, H.D. 1960. Juvenile penaeid shrimp in the shallow of Mexico. *Ecology*. 41 (3): 592-593.
- Holthuis, L.B. 1980. FAO species catalogue. Vol. 1; shrimp and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop. 1 (125): 271 p.
- ICE (Instituto Costarricense de Electricidad). 1981. Departamento de Hidrometría.
- Instituto Meteorológico Nacional. 1981. Reporte sobre la precipitación.
- Kutkuhm, J. 1966. The role of estuaries in the development and perpetuation of commercial shrimp resources. *Am. Fish. Soc. Special Publ.* 3: 16-36.
- Loesch, H. & M. Cobo. 1966. Estudios sobre las poblaciones de camarón blanco en el Ecuador. *Boletín Científico y Técnico. Instituto de pesca del Ecuador.* 1 (7): 1-47.
- Loesch, H. 1980. Some ecological observations on slow swimming nekton with emphasis on penaeid shrimp in an small mexcian west coast estuary. *An. Centro Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Auton. México.* 7: 15-26.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganaería). 1968-1982. Estadística pesquera y económica. Dirección General de Recursos Pesqueros. Departamento de Pesca y Caza Marítima.
- Mair, J. McD. 1980. Salinity and water-type preferences of four species of post-larvae shrimp (Penaeus) from west Mexico. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 45 (1): 69-82.

- Mantel, L. & L. Farmer. 1983. Osmotic and ionic regulation. In: The biology of Crustacea. Copyright 5; 53-161.
- Maurer, D. & J.A. Vargas. 1984. Diversity of soft-bottom benthos in a tropical estuary; Gulf of Nicoya, Costa Rica. Marine Biology. 81: 97-106.
- Maurer, D., C. Epifanio, K. Price. 1980. Ecological assessment of finfish and megabenthic invertebrates as indicators of natural and impacted habitats in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Progress report of 1979 International Sea Grant Program. Univ. of Delaware. 306 p.
- Maurer, D., Epifanio, H. Dean, S. Horve, J.A. Vargas, A. Dittel & M. Murillo. 1984. Benthic invertebrates of a tropical estuary; Gulf of Nicoya, Costa Rica. Journal of Natural History. 18: 47-61.
- Parsons, T. & M. Takahashi. 1975. Biological oceanographic processes. Pergamon Press. Second edition. 186 p.
- Pérez-Farfante, Isabel. 1969. Western Atlantic shrimps of the genus Penaeus. Fishery Bull. U.S. Fish and Wildlife Service. 67 (3): 461-591.
- Pérez-Farfante, Isabel. 1970. Claves ilustradas para la identificación de camarones comerciales de la América Latina. Inst. Nac. de Investig. Biológico Pesqueras. México 3: 1-50.
- Pérez-Farfante, Isabel. 1971. A key to the American Pacific shrimps of the genus Trachypenaeus (Decapoda, Penaeidae), with the description of a new species. Fish. Bull., 69 (3): 635-646.
- Pérez-Farfante, Isabel. 1975a. Camarones marinos de América y su valor comercial. Almanaque Mundial. Editorial América, Panamá. pp. 33-42.
- Phillips, P.C. & C.F. Cole 1977. Fisheries resources of Jiquilisco Bay, El Salvador. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute 30th. Annual session. pp. 81-94.
- Prosser, F., F. Brown. 1968. Oxígeno: respiración y metabolismo. En: Fisiología comparada. Edición en español por Editorial Interamericana, S.A. 2da. edición. pp. 163-204.
- Pullen, E.J. & L. Trent. 1968. White shrimp emigration in relation to size, sex, temperature and salinity. Contribution N. 241 Bureau of Commercial Fisheries, Biological Laboratory. Galveston, Texas. pp. 1001-1014.

- Rodríguez, M.A. 1979. Historia Natural de los camarones del Pacífico de Costa Rica. Serie de Publicaciones Biología Marina Pesquera. No.7. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica. 6 p. (mimeografiado).
- Rulifson, R.A. 1981. Substrate preferences of juvenile penaeid shrimps in estuarine habitats. Contributions in Marine Science. 24: 35-52.
- Sokal, R. & F.J. Rohlf. 1979. Biometría, principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Traducido del inglés H. Blume Ediciones. Madrid. 832 p.
- Vargas, J.A.; H.K. Dean; D. Maurer; Pilar Orellana. 1984. Lista preliminar de invertebrados asociados a los sedimentos del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Brenesia (en prensa).
- Voorhis, A.D., C. Epifanio, D. Maurer; A. Dittel; J.A. Vargas. 1983. The estuarine character of the Gulf of Nicoya, an embayment on the Pacific coast of Central America. Hydrobiologia. 99: 225-237.
- Williams, A.B. 1958. Substrates as a factor in shrimp distribution. Limnology and Oceanography. 3: 283-290.

APENDICE 1.

TAXONOMIA*

Filo Arthropoda

Subfilo Mandibulata

Clase Crustacea

Sub-Clase Malacostraca

Serie Eumalacostraca

Super Orden Eucarida

Orden Decapoda

Sub-Orden Natantia (Reptantia)

Infraorden Penaeidea (Caridea, Stenopodidea)

Superfamilia Penaeoidea

Familia Penaeidae Rafinesque, 1815

Penaeus occidentalis Streets, 1871

Penaeus stylirostris Stimpson, 1874

Penaeus vannamei Boone, 1931

Trachypenaeus byrdi Burkenroad, 1934

Trachypenaeus faoea Loesch & Avila, 1964

Trachypenaeus similis pacificus Burkenroad, 1934

Xiphopenaeus riveti Bouvier, 1907

Protrachypene precipua Burkenroad, 1934

Familia Sicyoniidae Ortmann, 1898

Sicyonia disdorsalis (Burkenroad)

(Eusicyonia disdorsalis Burkenroad, 1934)

Familia Solenoceridae Wood-Mason, 1891

Solenocera florea Burkenroad, 1938

*Clasificación tomada de Holthuis (1980)

APENDICE 2

Densidades relativas ($\times 10^{-3}$ ind.m⁻²), por estación, de las especies de camarones peneidos capturadas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. N°ind.= sumatoria individuos capturados; n= número de arrastres. Red de arrastre con malla de 36 mm de abertura. 1981.

Penaeus occidentalis

Estación	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA		ANUAL		
	N°ind.(n)	ind.m ²	N°ind.(n)	ind.m ²	N°ind.(n)	ind.m ²	
1	(4)	-	48(7)	2.270	48(11)	1.450	ZONA INTERNA
2	16(4)	1.320	3(7)	0.142	19(11)	0.5739	
3	7(3)	0.775	6(7)	0.284	13(10)	0.432	
4	(4)	-	60(7)	2.840	60(11)	1.812	
5	2(3)	0.221	(6)	-	2(9)	0.073	
6	2(5)	0.132	19(7)	0.901	21(12)	0.581	
7	4(4)	0.332	(7)	-	4(11)	0.120	
8	(4)	-	(7)	-	(11)	-	
Promedio \pm ds.		0.3322 ⁺ 0.8269		0.8216 ⁺ 3.01		0.6452 ⁺ 2.47	
9	6(12)	0.166	74(19)	1.290	80(31)	0.857	ZONA EXTERNA
10	3(12)	0.083	27(18)	0.498	30(30)	0.332	
11	2(11)	0.060	17(19)	0.297	19(30)	0.210	
12	24(9)	0.886	41(18)	0.756	65(27)	0.799	
Promedio + d.s.		0.2643 ⁺ 0.9005		0.7139 ⁺ 1.29		0.5462 ⁺ 1.18	

Penaeus stylirostris

Estación	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA		ANUAL		
	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	
1	16(4)	1.329	22(7)	1.044	38(11)	1.147	ZONA INTERNA
2	2(4)	0.166	1(7)	0.047	3(11)	0.0906	
3	(3)	-	2(7)	0.0949	2(10)	0.0665	
4	(4)	-	5(7)	0.2373	5(11)	0.1510	
5	(3)	-	1(6)	0.0554	1(9)	0.0369	
6	7(5)	0.465	9(7)	0.4270	16(12)	0.4430	
7	2(4)	0.166	6(7)	0.2848	8(11)	0.2417	
8	(4)	-	(7)	-	(11)	-	
Promedio \pm ds.		0.2894 ⁺ 0.9796		0.2779 ⁺ 0.8842		0.2820 ⁺ 0.9170	
9	20(12)	0.5530	22(19)	0.3847	42(31)	0.4502	ZONA EXTERNA
10	28(12)	0.7753	5(18)	0.0923	33(30)	0.3655	
11	1(11)	0.0302	22(19)	0.3847	23(31)	0.2465	
12	31(9)	1.1440	69(18)	1.2737	100(27)	1.2307	
Promedio \pm ds.		0.6041 ⁺ 1.06		0.5298 ⁺ 0.7952		0.5575 ⁺ 0.9038	

Penaeus vannamei

Estación	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA		ANUAL		
	Nº ind. (n)	ind.m ⁻²	Nº ind. (h)	ind.m ⁻²	Nº ind. (n)	m ⁻²	
1	(4)	-	1(7)	0.0475	1(11)	0.0302	ZONA INTERNA
2	1(4)	0.0831	(7)	-	1(11)	0.0302	
3	2(3)	0.2215	1(7)	0.0475	3(10)	0.4320	
4	(4)	-	2(7)	0.0949	2(11)	0.0604	
5	1(3)	0.1108	(6)	-	1(9)	0.0369	
6	(5)	-	3(7)	0.142	3(12)	0.0831	
7	(4)	-	(7)	-	(11)	-	
8	(4)	-	3(7)	0.1424	3(11)	0.0906	
Promedio \pm d.s.		0.0428 [±] 0.1113	0.0604 [±] 0.1429.		0.0540 [±] 0.1300		
9	2(12)	0.0554	7(19)	0.1220	9(31)	0.0965	ZONA EXTERNA
10	1(12)	0.0277	3(18)	0.0554	4(30)	0.0443	
11	(11)	-	7(19)	0.1224	7(31)	0.0750	
12	14(9)	0.5160	4(18)	0.0738	18(27)	0.2215	
Promedio \pm d.s.		0.1283 [±] 0.4919	0.0942 [±] 0.2350		0.1070 [±] 0.3522.		

Protrachyne precipua

Estación	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA		ANUAL		
	Nº ind. (n)	ind.m ⁻²	Nº ind. (n)	ind.m ⁻²	Nº ind. (n)	ind.m ⁻²	
1	(4)	-	6(7)	0.28	6(11)	0.1812	ZONA INTERNA
2	209(4)	17.36	518(7)	24.5	727(11)	21.96	
3	303(3)	33.50	176(7)	8.35	479(10)	15.91	
4	(4)	-	36(7)	1.70	36(11)	1.08	
5	18(3)	1.99	174(6)	9.63	192(9)	7.08	
6	56(5)	3.72	71(7)	3.36	127(12)	3.51	
7	27(4)	2.20	15(7)	0.71	42(11)	1.26	
8	(4)	-	1(7)	0.0465	1(11)	0.0302	
Promedio \pm d.s.		6.57 \pm 18.53		6.02 \pm 18.31		6.22 \pm 18.3	
9	140(12)	3.87	4139(19)	72.3	4279(31)	45.86	ZONA EXTERNA
10	1891(12)	52.30	2452(18)	45.2	4343(30)	48.10	
11	1650(11)	49.80	4381(19)	76.6	6031(30)	66.79	
12	1(9)	0.036	3283(18)	60.60	3284(27)	40.41	
Promedio \pm d.s.		27.80 \pm 103.92		64.00 \pm 131.17		50.50 \pm 122.9	

Xiphopenaeus riyeti

Estación	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA		ANUAL		
	Nºind. (n)	ind.m ⁻²	Nºind. (n)	ind.m ⁻²	Nºind. (n)	ind.m ²	
1	0(4)	-	30(7)	1.510	30(11)	0.9062	ZONA INTERNA
2	0(4)	-	127(7)	5.980	127(11)	3.836	
3	20(3)	2.200	12(7)	0.568	32(10)	1.0633	
4	0(4)	-	7(7)	0.6147	7(11)	0.2115	
5	39(3)	4.300	6(6)	0.3323	45(9)	1.6600	
6	7(5)	0.460	9(7)	0.4253	16(12)	0.4430	
7	612(4)	50.800	2106(7)	100.0166	2718(11)	82.100	
8	2(4)	0.160	18(7)	0.8540	20(11)	0.604	
Promedio \pm d.s.		7.28 ⁺ 22.13		13.98 ⁺ 60.19		11.83 ⁺ 50.0	
9	610(12)	16.900	10529(19)	184.000	11139(31)	119.390	ZONA EXTERNA
10	2465(12)	68.250	9072(18)	167.400	11537(30)	127.700	
11	4975(11)	150.200	26500(19)	463.500	31475(30)	348.600	
12	3619(9)	133.600	52612(18)	971.200	56232(27)	692.000	
Promedio \pm d.s.		88.12 ⁺ 293.98		443.24 ⁺ 653.39		311.07 ⁺ 573.8	

Trachypenaeus faoea

Estación	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA		ANUAL		
	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	
1	(4)	-	3(7)	0.1420	3(11)	0.0906	ZONA INTERNA
2	1(4)	0.0831	2(7)	0.0949	3(11)	0.0906	
3	(3)	-	3(7)	0.1424	3(10)	0.0997	
4	(4)	-	5(7)	0.2373	5(11)	0.1510	
5	(3)	-	(6)	-	(9)	-	
6	11(5)	0.7310	66(7)	3.13	77(12)	2.13	
7	27(4)	2.24	79(7)	3.75	106(11)	3.20	
8	11(4)	0.9100	208(7)	9.87	219(11)	6.61	
Promedio \pm d.s.		05359 ⁺ 1.27		2.21 ⁺ 5.46		1.60 ⁺ 4.5	
9	173(12)	4.79	679(19)	11.85	852(31)	9.12	ZONA EXTERNA
10	269(12)	7.44	371(18)	6.84	640(30)	7.08	
11	193(11)	5.83	629(19)	11.00	822(30)	9.10	
12	105(9)	3.87	1413(18)	26.08	1518(27)	18.68	
Promedio \pm d.s.		5.58 ⁺ 8.63		13.87 ⁺ 18.68		10.70 ⁺ 16.0	

Trachypenaeus similis pacificus

Estación	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA		ANUAL		
	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	Iºind.(n)	ind.m ⁻²	
7	(4)	-	5(7)	0.2300	5(11)	0.1510	
9	(12)	-	(19)	-	(31)	-	ZONA EXTERNA
10	4(12)	0.1108	(18)	-	4(30)	0.0443	
11	11(11)	0.3320	1(19)	0.0175	12(30)	0.1329	
12	734(9)	27.09	127(18)	2.34	861(27)	10.59	
Promedio \pm d.s.		5.65 ⁺ 22.02		0.5747 ⁺ 4.83		2.46 ⁺ 14.19	

Sicyonia disdorsalis

Estación	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA		ANUAL		
	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	
9	5(12)	0.1385	90(19)	1.64	95(31)	1.01	ZONA EXTERNA
10	11(12)	0.3046	11(18)	0.2031	22(30)	0.2437	
11	46(11)	1.38	23(19)	0.4022	69(31)	0.7396	
12	455(9)	16.79	198(18)	3.65	653(27)	8.03	
Promedio \pm d.s.		3.76 ⁺ 10.99		1.44 ⁺ 3.14		2.30 ⁺ 7.25	

Trachypenaeus byrdi

Estación	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA		ANUAL		ZONA INTERNA
	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	Nºind.(n)	ind.m ⁻²	
1	79(4)	6.56	1108(7)	52.50	1187(11)	35.85	
2	137(4)	11.38	1155(7)	54.82	1292(11)	39.02	
3	141(3)	15.61	766(7)	36.36	907(10)	30.13	
4	1(4)	0.0831	411(7)	19.50	412(11)	12.44	
5	133(3)	14.73	344(6)	19.05	477(9)	17.61	
6	182(5)	12.09	411(7)	19.50	593(12)	16.42	
7	173(4)	14.37	698(7)	33.13	871(11)	26.31	
8	1(4)	0.0831	35(7)	1.66	36(11)	1.08	
Promedio \pm d.s.		9.07 \pm 11.06		29.77 \pm 34.37		22.31 \pm 29.97	

APENDICE 3

COORDENADAS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN EL
GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA

(Longitud (O) x Latitud (N))

ESTACION	COORDENADAS
1	85°05'00" x 10°06'20"
2	84°59'40" x 10°04'15"
3	84°58'55" x 10°01'20"
4	84°59'30" x 09°58'00"
5	84°60'20" x 10°01'40"
6	84°54'35" x 09°57'50"
7	84°52'30" x 09°57'40"
8	84°52'10" x 09°55'45"
9	84°47'40" x 09°57'40"
10	84°45'45" x 09°56'55"
11	84°44'10" x 09°55'30"
12	84°41'35" x 09°47'40"