

Estructura y densidad de la población del erizo tinta *Diadema mexicanum* en el litoral rocoso del estado de Colima.

Elaine Espino Barr, Rubén Cibrián Rodríguez, Arturo García Boa

Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo. INP. Apdo. Postal #591. 28200 Manzanillo, Col.

ESPINO-BARR, E.; R. Cibrián R. y A. García Boa. 1996. Estructura y densidad de la población del erizo tinta *Diadema mexicanum* en el litoral rocoso del estado de Colima INP. SEMARNAP. *Ciencia Pesquera No. 12*.

Se realizaron muestreos mensuales del erizo en 10 estaciones en fondos rocosos de la costa de Colima, con la finalidad de evaluar la densidad, la estructura poblacional y algunos parámetros poblacionales de la especie más abundante. Se tomaron muestras en áreas de 40 m² y datos sobre temperatura, oxígeno disuelto, estado del mar, profundidad, tipo de fondo, y otros. Cada individuo fue pesado y medido en laboratorio, se obtuvieron las gónadas que también se pesaron y se fijaron. Los resultados obtenidos indicaron que la especie más abundante y con mayores posibilidades de explotación comercial fue el erizo tinta *Diadema mexicanum*, el cual se encontró todo el tiempo en todos los sitios de muestreo.

Se encontraron densidades de 15,000 ind/Ha, en promedio, en zonas con características extremas, como las escolleras del puerto, y en sitios fuera de las bahías, ya en mar abierto; y a lo largo del año aumentó la densidad de mayo a septiembre, alcanzando un promedio de 17,000 ind/Ha.

El peso de las gónadas aumentó con respecto al peso total del individuo entre mayo y agosto, con marcada disminución en los meses siguientes, lo que indica la época de reproducción. Esta especie deberá capturarse comercialmente entre junio y septiembre, cuando la gónada alcanza su mayor peso; sin embargo, para proteger a la especie, se deberá restringir la captura, debido a que, por ser la gónada el producto comercializable, hace vulnerable a la población explotada.

Monthly samples were taken in 10 rocky bottom stations off the mexican state of Colima, in order to estimate density, structure, and populations parameters of the most abundant sea urchin species. In each station of 40 m², temperature, solved oxygen, sea condition, deep, bottom type and other data were measured. In laboratory, individual pound and size were measured, and gonads sampled and preserved. Results indicate that *Diadema mexicanum* is the most abundant of sea urchin species, therefore the most suitable for commercial exploitation, and it was found in the area sampled all along the year.

Average densities of 15,000 ind/Ha were found in the jetty, in the bay, and off the beach. The density increased from May to September up to 17,000 ind/Ha. From May to August the gonads increased in weight in relation to total body weight, which is indicator of spawning season. On this basis, the fishing season for this species should be established from June to September, but the catch restricted, because it is precisely the gonad the commercially important product.

Introducción

El erizo de mar pertenece al Phylum Echinodermata, que ha sido ampliamente estudiado en cuanto a distribución y densidades, ciclo biológico y fisiología experimental. El nombre de los equinodermos se deriva del griego "ekhino" y "derma" que significa piel espinosa, característica distintiva del grupo. El phylum está dividido en cinco clases entre los más importantes son los equinoideos (erizos), esteléridos (estrellas) y los holoturoideos (pepinos de mar). El presente trabajo se enfoca a la descripción de los erizos en general y a la especie de *Diadema mexicanum* en particular.

Los erizos de mar tienen un cuerpo de forma globulosa, simetría radial pentagonal, con un esqueleto dérmico integrado por 10 hileras de placas de carbonatos, alternándose cinco con numerosos orificios, de donde salen los pies ambu-

lacrales o pedicelos (que le sirven al erizo para la locomoción), y las otras cinco placas recubiertas de púas o espinas móviles.

Según su forma, los erizos pueden dividirse en regulares e irregulares, siendo estos últimos de simetría bilateral, con el cuerpo más aplanado (monedas o galletas de mar).

Los regulares tienen el cuerpo globoso semicircular. La especie en cuestión presenta protuberancias en los polos oral y aboral (anal). En el polo oral, que se ubica contra la superficie, se encuentra el aparato masticador muy desarrollado, llamado linterna de Aristóteles, que consta de cinco piezas de forma piramidal con un diente en el extremo, que representan el papel de mandíbulas. Los cinco dientes tienen cierto movimiento para alejarse y acercarse, y de esta manera tomar los alimentos y triturarlos. Su alimento común son algas y pequeños animales (Perrier, 1975; Barnes, 1978).

El sexo en los erizos de mar se encuentra separado y la fecundación de los huevecillos se lleva a cabo de manera libre en el mar, después de su expulsión (Martínez, 1935). En cada individuo se encuentran cinco gónadas, cuyo color es diferente según la madurez, sexo y tipo de alimentación de los individuos. Las gónadas están conectadas al exterior por cinco orificios de la placa madreporica, en el polo aboral (Lozano, 1978).

La importancia económica que tienen los erizos para el hombre es debida a la comercialización de sus gónadas, que es considerado un platillo especial: según los conocedores tiene semejanza con el caviar, y hasta es más sabroso. Ya desde antes de la era actual, los pueblos que habitaron cerca del mar consumían la gónada de erizo (Caso, 1974), por lo que se considera una de las pesquerías más antiguas que se llevó a cabo en el Oeste de Europa, en el Mediterráneo. En el Pacífico Norte y más recientemente en Chile ha cobrado auge la pesquería (Conand, 1993).

Antecedentes

En el Pacífico mexicano se han llevado a cabo algunos estudios importantes sobre erizos, sobre todo en la costa de Baja California Norte, donde la pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* se encuentra muy bien establecida, con capturas de hasta 4,000 t de individuos enteros, equivalentes a 320 t de gónadas, y cuenta con una reglamentación bien estudiada que consiste en una veda de marzo a junio y talla mínima de captura de 80 mm (Palleiro *et al.*, 1992). Se conocen varios estudios de Caso (1974, *op.cit.*; 1978a y b; 1979; 1986) con descripciones taxonómicas y ecológicas, y distribución geográfica de erizos de mar a lo largo del Pacífico.

En el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Manzanillo se cuenta con información de varias prospecciones realizadas desde 1991, usada como base para emitir opiniones técnicas sobre solicitudes de permisos de pesca en los litorales de Jalisco y Colima (González y Girón¹; Girón, en prensa; Espino y colaboradores²).

En octubre y noviembre de 1993 se realizó un muestreo piloto del bentos en 26 sitios a lo largo de la costa rocosa de Colima. Se analizaron los datos de la colecta de individuos por estación, se utilizó el método de clasificación numérica y se calculó la afinidad entre las entidades por medio del índice

de similitud cuantitativo. El resultado permite identificar grupos de zonas diferentes (Espino *et al.*, 1994c).

Evaluar un recurso previamente a su explotación permite conocer a ciencia cierta la disponibilidad de éste en un momento dado, pero es necesario estar consciente de que esto no aporta información sobre la capacidad de recuperación de la especie al ser explotada, para lo cual será necesario dar seguimiento al recurso cuando ha empezado a explotarse (Baquero *et al.*, 1992). Para ello, al plantear un estudio acerca de una especie potencialmente explotable, deben tomarse en cuenta parámetros poblacionales como abundancia y distribución del recurso, estructura poblacional, aspectos reproductivos, etc.

El propósito de este trabajo es describir algunos aspectos de la población del erizo tinta *Diadema mexicanum* del litoral rocoso del estado de Colima, recurso del cual es particularmente importante su abundancia, distribución y proporción gonádica, y para ello el estudio se orienta a conocer su estructura poblacional a través de la frecuencia de tallas, relaciones morfométricas y densidad poblacional en las diferentes zonas de muestreo, las relaciones peso-gónada en los meses de muestreo y precisar la época de reproducción.

Área de estudio

El litoral rocoso del estado de Colima está compuesto por áreas reducidas, custodiadas por amplias playas arenosas, como Playa de Oro, Bahía de Santiago, Bahía de Manzanillo, Playa Campos y de allí hacia el sur hasta el vecino estado de Michoacán. En promedio se calcula que de los 157 Km de litoral del estado de Colima, el 10% es de zona rocosa (Cruz *et al.*, en prensa).

Mediante el muestreo piloto realizado en octubre y noviembre de 1993 y el análisis multivariado de 26 estaciones a lo largo de la costa rocosa del estado, se obtuvo como resultado que ésta podría dividirse en ocho zonas características. En este caso se planeó un muestreo sistemático mensual en 10 lugares, que corresponden a cada una de los ocho sitios de la costa rocosa de Colima con mayor diversidad, y dos estaciones más, área ubicada entre las coordenadas: 19°00' y 19°10' Lat. Norte y 104°15' y 104°30' Long. Oeste (Fig. 1).

La mayoría de las estaciones de muestreo son de fondo rocoso y sólo algunas presentan zonas de limo y arena. La profundidad de muestreo osciló entre de 3 y 18 m, a una distancia de la costa de 3 a 300 m. El perfil de las estaciones fue de muy diverso tipo, desde muy accidentado debido a la presencia de grandes rocas (5 m de diámetro) hasta gravas; con inclinación entre 15 y 90°, lo que condiciona la distribución y abundancia de las especies. En la *tabla 1* se enlistan los factores físicos tomados por cada estación de muestreo.

Material y métodos

Dadas las condiciones geográficas y la distribución de los individuos bentónicos, podrían establecerse 26 estaciones; no

1 GONZÁLEZ B., A. y R. Girón B. Opinión técnica relativa a las solicitudes de permisos para la explotación de pepino de mar presentadas a la Delegación Federal de Pesca en el Estado de Colima; por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Manzanillo-Socorro", S.C.L.. SEPESCA/INP, CRIP-Manzanillo. (Doc. Interno). 1991. 20p.

2 ESPINO B., E.; A. García B.; J.V. Mendoza y R. Cibrián R. Opinión técnica sobre la extracción de pepino de mar y erizo en la costa de Jalisco. Mayo de 1994. SEPESCA/INP, CRIP-Manzanillo. 1994. (Doc. Interno). 21p.

ESPINO B., E.; A. García B.; J.V. Mendoza y R. Cibrián R. Opinión técnica sobre la extracción de erizo y pepino de mar de Punta Pérula a Cruz de Loreto, Jalisco. 18, 19 y 20 de mayo de 1994. SEPESCA/INP, CRIP-Manzanillo. 1994. Doc. Interno. 22p.

obstante, debido a limitaciones económicas, de personal y tiempo, se han tenido que determinar 10 estaciones, aquellas con mayor diversidad en número de individuos y especies, que se sometieron a análisis multivariado.

Las actividades que se realizaron mensualmente se dividen en cuatro partes:

1. Colecta de individuos mediante buceo semiautónomo (tipo Hooka) en un primer transecto (marcado por un cabo emplomado) y conteo visual en un segundo transecto. Los individuos del primer transecto se colocaron en bolsas y cubetas y se llevaron al laboratorio.
2. Se tomaron datos ambientales y muestras para análisis físico-químicos, con la ayuda de una botella van Dorn, disco de Secchi, termómetro y frascos.
3. En el laboratorio se procesaron los individuos colectados para conocer peso entero, diámetro y altura del caparazón de cada individuo. Posteriormente se abrieron los caparazones y se extrajeron las gónadas y se pesaron. Los datos se vaciaron en un formato diseñado ex profeso y se capturaron en hoja de cálculo.
4. Análisis de la información. En hoja de cálculo se analizaron las distribuciones de frecuencia de tallas por mes para conocer sus márgenes y obtener gráficos de máximos, mínimos y promedios; se calculó el intervalo de confianza.

Las relaciones morfométricas mensuales se calcularon con dos ecuaciones: una, de potencia, que describe la relación entre peso y diámetro de cada individuo, como sigue:

$$W = aD^b$$

Donde:

W = peso entero en gramos

D = diámetro de caparazón en centímetros,

a = ordenada al origen y factor de condición,

b = pendiente de la curva y factor alométrico;

y otra, lineal, entre la altura y el diámetro de cada individuo, así:

$$A = a + bD$$

Donde:

A = altura del caparazón en centímetros,

D = diámetro de caparazón en centímetros,

a = ordenada al origen,

b = pendiente de la curva.

Asimismo, se calculó el índice de correlación de cada una para conocer la "intensidad" de la relación (Daniel, 1979).

Un método para determinar el ciclo reproductor anual consiste en analizar el tamaño de las gónadas en diferentes épocas del año (Baqueiro *et al.*, 1992, *op.cit.*). En este caso se utilizó la relación entre el peso de la gónada y el peso total de cada individuo, es decir, el índice gonadosomático (IGS) con la ecuación:

$$IGS = 100 (G/W)$$

donde: G = peso de la gónada, y W = peso total del individuo, el cual es un porcentaje de la masa gonádica con res-

pecto al peso del individuo. Se graficó el dato mensual. También se evaluó la densidad de población por estación y mes, y se extrapolaron los resultados a una hectárea.

Resultados

Se realizaron muestreos mensuales de marzo de 1994 a mayo de 1995. Para hacer eficiente cada salida al mar se realizaron las tres estaciones más lejanas (Peña Blanca, Morro Chino y Carrizales) en un día, otras tres (Las Hadas, Miramar e Incendio) en el segundo día, y durante el tercer día las cuatro restantes (Roca Vela, Escollera, Rompeolas y Roca Gallina), las más cercanas al embarcadero.

En dos estaciones (Escollera y Rompeolas) se encontró la especie de erizo tinta durante todos los meses y en las demás sólo esporádicamente o en muy bajas densidades.

Frecuencia de tallas

Los intervalos de tallas (diámetro) de los individuos analizados van de 1.5 a 8.5 cm, con irregularidades de distribución de un mes al siguiente. Por ejemplo, en marzo, agosto y noviembre de 1994 y mayo de 1995 se observaron individuos en la mayoría de las clases de talla, mientras que en junio se encontraron en siete clases. Se encontraron individuos de tallas menores a dos centímetros en agosto y noviembre de 1994 y mayo de 1995, y en las clases de talla mayores de 8 cm en marzo de 1994.

En las figuras 2 y 3 se graficaron los máximos y mínimos mensuales del diámetro del caparazón (cm), del peso entero (g), su promedio y el intervalo con 0.95 de confianza de cada muestra mensual. Los meses con mayor promedio de talla fueron marzo, agosto y septiembre de 1994, febrero y mayo de 1995.

En cuanto a las tallas pequeñas, aparentemente hay reclutamiento de nuevos individuos, tanto en talla como en peso entero, en abril, agosto y noviembre de 1994, y nuevamente en abril-mayo de 1995.

Relaciones morfométricas

Se elaboraron gráficas que relacionan el peso entero y el diámetro del caparazón, así como la altura del caparazón y el diámetro (Fig. 4), y se encontró variabilidad en los datos debida en gran parte a que se graficaron los resultados de todos los meses juntos. Aun así, se observa que existe una relación entre las variables y, en coincidencia con Ehrhardt³, que la especie crece de manera isométrica. También se observa que el coeficiente de correlación de ambas relaciones es mayor a 0.9.

A partir de la relación potencial entre peso entero y diámetro de caparazón del total de los individuos, se sustituyó el re-

3 EHRHARDT, N.M. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. Parte: Estimación de parámetros poblacionales. México, D.F. 1981. 132 p. (Inédito)

sultado obtenido en la relación potencial del factor alométrico $b=2.46$ en la ecuación y se calculó el de condición a (ordenada al origen de la ecuación) para cada individuo (Safran, 1992). Con los datos anteriores se realizó la *figura 5*, donde se graficaron los máximos, mínimos, promedios mensuales y el intervalo de confianza de cada muestra mensual. En esa gráfica se observan variaciones a lo largo del año que implican que los individuos "engordan" en algunos meses. La disminución de esta relación en algunos meses se debe, entre otras posibles razones, a la liberación de productos gonádicos. Si se compara esto con la *figura 2* se observan similitudes en las tendencias. Así, en abril-junio y noviembre-diciembre de 1994 y enero-mayo de 1995 hay aumentos en el factor de condición, al igual que en el promedio del diámetro de caparazón de la población. De igual manera, el factor de condición es más bajo en abril, agosto y noviembre de 1994 y marzo de 1995, lo que coincide con los meses de la incorporación de pequeñas tallas a la población.

Reproducción

Considerando únicamente el índice gonadosomático mensual, se observa en la *figura 6* una época que se interpreta como madurez gonádica que va de mayo a septiembre, y nuevamente en mayo de 1995 empieza el incremento del IGS. Los máximos indican que en diciembre se da una época de reproducción también, aunque menos importante que la de primavera-verano. A partir de septiembre los mínimos son de gónadas vacías, por lo cual el IGS es cercano a 0.

Densidades

Al obtener la densidad por estación se promediaron los 15 meses de muestreo y se observó que hay zonas donde abunda el erizo tinta y otras zonas donde sólo está presente. Si se analiza la *tabla 2* puede corroborarse que a través del año abunda en las mismas dos estaciones de muestreo (Escollera y Rompeolas, la entrada al puerto interior), mientras que en otras zonas escaseó y en ciertos meses estuvo ausente.

En la *figura 7* se muestra una gráfica con los datos por estación y su promedio mensual. Las estaciones de muestreo dentro de las bahías (a excepción de la entrada al puerto) prácticamente carecen de la especie. Los lugares más expuestos a mar abierto, como Morro Chino y Peña Blanca, tienen una densidad mayor, rara vez mayor que en las dos escolleras del Puerto.

Al promediar las estaciones para observar el comportamiento a través del año se observa en la *figura 8* que en verano aumenta la densidad, lo que se explicaría por una migración a aguas someras y de temperaturas más altas, o bien por la incorporación de individuos jóvenes a la población. Nuevamente, a partir de septiembre disminuye la densidad del erizo tinta.

La *tabla 3* muestra los factores ambientales tomados en todas las estaciones durante los muestreos mensuales. En la

figura 9 se graficaron los primeros cinco factores ambientales. En ella se observa que entre la temperatura superficial y de fondo existe muy poca diferencia, y que ocurren grandes cambios a lo largo de los meses, siendo los meses de junio a septiembre los más cálidos y mayo el de promedio de temperatura más bajo (23 °C).

El pH superficial y el de fondo son equivalentes entre sí, son constantes a lo largo de los meses y su magnitud oscila alrededor de 8. En cuanto al oxígeno disuelto (O.D.), únicamente se cuenta con la medición del de fondo, que va de 3.3 a 6.4 ‰, y presenta el más bajo en junio y octubre de 1994 y nuevamente disminuye en mayo de 1995.

En la *figura 10* se graficaron los últimos tres factores físicos medidos durante los muestreos mensuales: la nubosidad medida en octavas; transparencia por el disco de Secchi y el estado del mar según la escala de Beaufort. En general, la nubosidad y el estado del mar tienen sus máximos de mayo a julio de 1994 y disminuyen conforme avanza el año, con ciertos altibajos bruscos. Como es obvio, la transparencia tiene una relación inversa con respecto a la nubosidad.

Estos factores influyen en la presencia o ausencia de los individuos colectados y en su densidad, como ocurre con la transparencia que entre mayo y agosto es de 80 y 100% y coincide con la presencia de erizos en densidad de hasta 35 a 49 mil individuos por hectárea. Igualmente, cuando la temperatura sube por arriba de 30 °C propicia la abundancia del erizo y ésta disminuye cuando desciende por debajo de los 28 °C de diciembre a abril.

Discusión

El factor de condición a y su promedio mensual coinciden con los meses que presentan las tallas más pequeñas. Los meses anteriores presentan el factor elevado (mayor peso corporal), influido probablemente por las gónadas maduras, anticipadas al desove. Esto hace pensar que los meses importantes en cuanto a individuos desovantes son de agosto a noviembre, lo que coincide con los cálculos del IGS, el cual es alto de mayo a septiembre y luego disminuye, probablemente por la liberación de material gonádico.

Si se observan y comparan las medias del diámetro y del peso de las *figuras 2 y 3* en abril, agosto y noviembre, se verá que su tendencia coincide con la del factor de condición de la *figura 5*, lo que denota la entrada de individuos pequeños y un cambio en la relación del peso con respecto a la talla.

En las *figuras 2 y 3* los intervalos del mínimo al máximo son tales que hacen pensar que la diferencia entre los meses es menor que dentro de cada mes, lo cual se debe a que en la población, sin importar la zona, las diferentes clases de edad se entremezclan y producen diferentes generaciones en cualquier época del año. Como en todas las especies tropicales, hay una amplia variabilidad en la respuesta individual, dada quizá por la poca diferencia entre máximos y mínimos de los factores ambientales, pero a pesar de ello determinan los cambios fisiológicos de las especies.

Las estaciones de fondo rocoso presentaron en general una densidad arriba de 5,000 ind/Ha en cada estación (Fig. 7) y el erizo tinta se encuentra de manera constante a largo del año. Las estaciones con fondos rocosos y arenosos tienen densidad baja o nula, lo cual se interpreta como que esta especie se desarrolla bien en ambientes extremos, por ejemplo en mar abierto, donde las corrientes son fuertes (no hay arena) y en las escolleras del puerto, construcción con presencia de sustancias contaminantes propias de un puerto y zona urbana.

Las zonas con altas densidades que permiten una extracción considerable se encuentran en las escolleras del puerto interior, en Peña Blanca, Morro Chino y Los Frailes. Las mayores densidades se encontraron de mayo a agosto, los mismos en que se encuentran madurando las gónadas.

Conclusiones

1. De considerarse como un recurso explotable, esta especie debería capturarse de mayo a agosto, ya que es cuando la gónada se encuentra madura.
2. Para proteger la especie se deberá respetar tallas mínimas (aún por establecer), pues es precisamente la gónada madura lo que es comercializable.

Agradecimientos

Se agradece la valiosa ayuda de compañeros que participaron en el trabajo de campo, como son: LARM Enrique Trejo O. y Jorge V. Mendoza C. También se agradece a los compañeros Mirna Cruz Romero y Martín Salgado Mejía, quienes amablemente revisaron el documento.

Referencias bibliográficas

- BARNES, R.D. 1978. Zoología de los invertebrados. *Editorial Interamericana, México*, 3ª Ed. 724-740p.
- BAQUEIRO C., E.; A. Avilés Q.; J.A. Massó R.; M. Muciño D.; P. Rogers N. y A. Vélez B. 1992. Manual de métodos de muestreo y evaluación de poblaciones de moluscos y otros recursos bentónicos. *SEPECA/INP*, 73p.
- CASO, M.E. 1974. Contribución al estudio de los equinoideos de México. El género *Tripneustes* agassiz. Morfología y ecología de *Tripneustes ventricosus* (Lamarck). *An. C. Ccias. del Mar y Limnol. UNAM. 1(1):1-24*
- CASO, M.E. 1978a. Ciencia y tecnología de los equinodermos en relación con el hombre. Primera Parte. Aspecto científico. *An. C. Ccias. del Mar y Limnol. UNAM. 5(1):255-286*
- _____. 1978b. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte Primera. Ordenes Cidaroida y Aulodonta. *An. C. Ccias. del Mar y Limnol. UNAM. Publ. Esp. 1(1):1-103*
- CASO, M.E. 1979. Los equinodermos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. *An. C. Ccias. del Mar y Limnol. UNAM. 6(1):197-368*
- CASO, M.E. 1986. Los equinodermos del Golfo de California, colectados en las campañas SIPCO I-II-III a bordo del B/O "El Puma". *An. C. Ccias. del Mar y Limnol. UNAM. 13(1):91-184*
- CONAND, C. 1993. Ecology and reproductive biology of *Stichopus variegatus*, an Indo-Pacific coral reef sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea). *Bull. of Mar. Sc.*, 52(3):970-981.
- CRUZ R., M.; E. Espino B. y A. García B. Pesquerías ribereñas del Pacífico mexicano. *Pesquerías Relevantes de México* (4):1-43 (En prensa).
- DANIEL, W.W. 1979. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. *Limusa, México, D.F.* 350p.
- ESPINO B., E.; J.V. Mendoza; A. García B. y R. Cibrián R. 1994c. Muestreo preliminar y selección de áreas del bentos en la costa rocosa del estado de Colima, México. *Boletín Informativo No. 15. SEPESCA/INP, CRIP-Manzanillo*. 12-24p.
- GIRÓN B., R. Holotúridos (pepino de mar). Pesquerías en desarrollo de otros invertebrados. *Pesquerías Relevantes de México*. Tomo II. (En prensa).
- LOZANO, F.C. 1978. Oceanografía, biología marina y pesca. Tomo 2. *Editorial Paraninfo, Madrid, España*. 221-236p.
- MARTÍNEZ, M. 1935. Guía para el curso de zoología. *Ediciones Botas, México, D.F.* 305p.
- PALLEIRO N., J.S.; D. Aguilar M. y J.M. Romero M. 1992. La pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en Baja California, México. *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California. 25 a 29 de noviembre de 1991, La Paz, B.C.S.*
- PERRIER, R. 1975. Zoología. *Ed. Nacional. México, D.F.* 841p.
- SAFRAN, P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Marine Biology* 112, 545-551.

Anexo

Tabla 1. Factores ambientales por estación de muestreo de erizo tinta (*Diadema mexicanum*) en las costas rocosas frente a Manzanillo, Col., México, de marzo de 1994 a mayo de 1995.

No.	Estación	Tipo de fondo	Profundidad (m)	Distancia de la costa (m)	Perfin del fondo (ángulo)	Diámetro de las rocas (cm)
1	Roca Vela	Rocoso	8 a 12	500	30 °	20 a 200
2	Escollera	Rocoso	2 a 4	400	60 °	100
3	Rompeolas	Rocoso	4 a 10	500	60 °	100
4	Roca Gallina	Rocoso-arenoso	3 a 6	30	30 °	50 a 300
5	Las Hadas	Rocoso-arenoso	4 a 8	20	30 °	10 a 100
6	Miramar	Rocoso-arenoso	4 a 8	20	30 °	10 a 100
7	Incendio	Rocoso	4 a 7	10	45 °	10 a 100
8	Carrizales	Rocoso/parches de arena	5 a 8	15	15 °	10 a 100
9	Morro Chino	Rocoso	3 a 6	20	20 °	20 a 200
10	Peña Blanca	Rocoso	12 a 18	3,000	45 °	10 a 200
11	Los Frailes	Rocoso/parches de arena	20 a 28	2,000	0 y 90 °	500

Tabla 2. Densidad mensual de erizo tinta (*Diadema mexicanum*) en miles de individuos por hectárea, en la costa rocosa frente a Manzanillo, Col., México, de marzo de 1994 a mayo de 1995.

NO.	ESTACIÓN	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
1	Roca Vela	7.88	15.8	11.1	0	1.13	6.13	0.88	0	0.13	0.7	0.03	0.01	2.75	2.87	10.8
2	Escollera	0.63	--	14.8	39.8	9.63	41.4	4.0	3.75	13.4	0.75	0.04	0.41	0	2.5	3.12
3	Rompeolas	1.75	--	35.5	28.8	49.0	3.75	10.9	4.25	4.0	2.13	1.15	0.44	2.0	0	2.25
4	Gallina	0	0	0	1.13	0.13	0	0	0	0	0.1	0.04	0.5	0.5	4.5	0
5	Las Hadas	.5	.25	0	0.38	2.75	0.13	0.13	0.38	1.75	0	0.09	0	0.37	0.75	0.37
6	Miramar	.88	.88	0	4.88	0.38	0.5	2.88	0	0.25	0.04	0.01	0.04	1.12	0	4.75
7	Incendio	2.5	.13	2.63	1.13	0.75	0.25	0.75	0.38	0.13	0	0.01	0	2.0	1.5	3.75
8	Carrizal	.13	6.25	14.1	0.38	0.38	1.38	0	0	5.5	0.07	0.28	0.39	9.12	6.12	8.75
9	Morro Chino	--	--	--	0	3.75	15.3	0	0.38	9.13	0.04	0.35	0.39	0	0.12	0.5
10	Peña Blanca	5.75	0	12.3	0.13	10.0	26.3	0	0.88	4.25	0.15	0.73	1.18	0	0.55	0.37

Tabla 3. Datos promedio de factores físico-químicos del agua en las estaciones de muestreo de erizo tinta (*Diadema mexicanum*) en la costa rocosa frente a Manzanillo, Col., México, de abril de 1994 a mayo de 1995.

FACTOR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Temp. superficial (°C)	25	24	29.9	30.1	30	31	29.3	29	29	28	28	24.9	21.6	21.4
Temp. del fondo (°C)	23.9	22.8	29.6	30.1	30	31	29.3	28.9	27.9	28	27.8	26	26.6	25.5
Oxígeno disuelto	6.07	5.08	4.54	5.94	5.91	5.17	3.3	6.34	6.4	6.36	6.16	6.2	5.9	4.9
pH superficial	8.1	7.97	8.13	8.12	7.99	7.93	7.96	8.02	7.93	8.0	8.01	8.05	8.03	7.91
pH del fondo	8.1	7.99	8.07	8.05	8.1	8.02	7.97	7.99	7.92	8.0	7.97	7.96	8.02	7.57
Transparencia (%) (1)	68.4	71.5	79.3	96.3	84.4	83.1	100	86.3	88.1	67.3	100	67.3	67.3	45.9
Estado del mar (2)	3.6	2.6	0.57	3.4	3.2	3.1	3	3.5	3.4	3.4	3.2	3.5	3.2	3.4
Nubosidad (octas) (3)	3.2	5.0	5.57	2.3	1.0	2.57	0	1.56	0.6	5.2	0	1.1	0	1.8

(1) Proporción de la columna con respecto a la profundidad.

(2) Medido según la escala de Beaufort.

(3) Medida en octas (según el Observatorio Nacional de México, com. pers.)

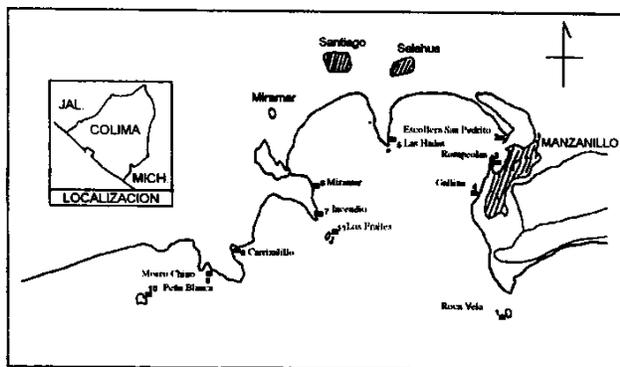


Fig. 1. Mapa de las estaciones de muestreo

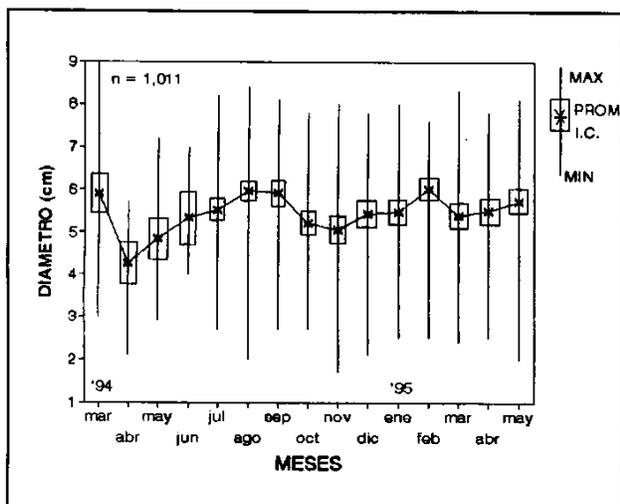


Fig. 2. Valores máximos (MAX), mínimos (MIN) y promedio (PROM), con el intervalo de confianza (I.C.) del diámetro de caparazón del erizo tinta (mar'94 a may'95).

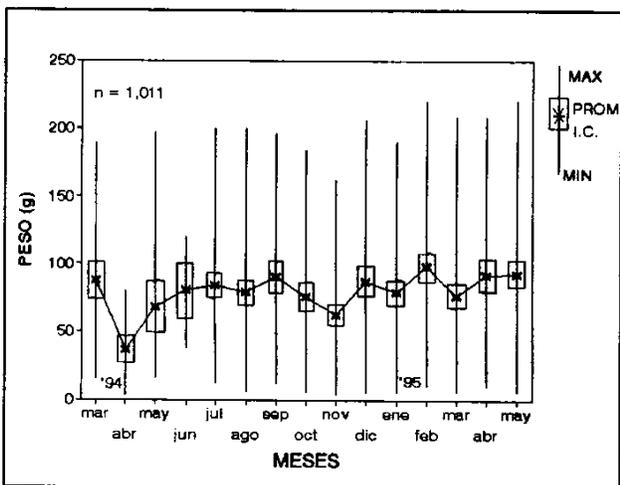


Fig. 3. Valores máximos (MAX), mínimos (MIN) y promedio (PROM), con el intervalo de confianza (I.C.) del diámetro de caparazón del erizo tinta (mar'94 a may'95)

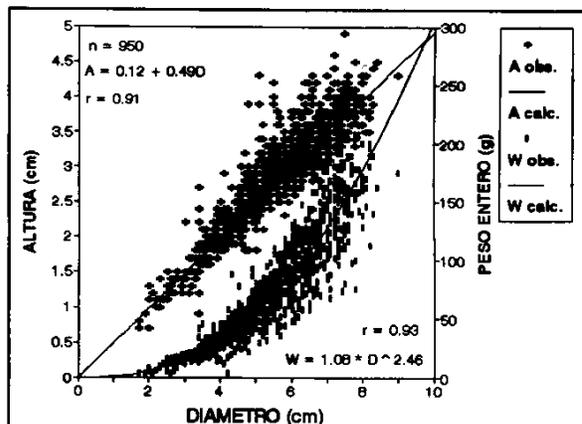


Fig. 4. Relaciones que guardan la altura (A) vs diámetro (D) y peso entero (W) vs diámetro (D), del erizo tinta en el litoral rocoso de Colima (mar'94 a may'95).

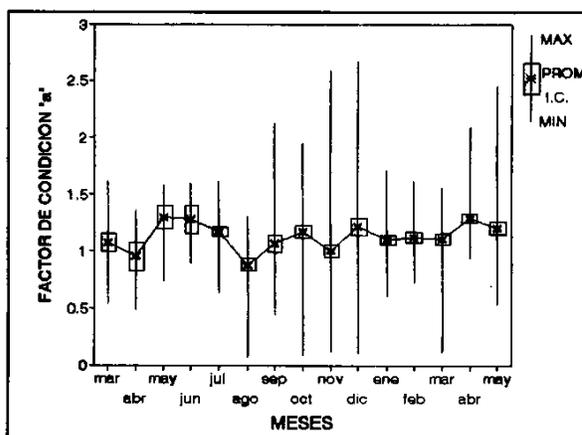


Fig. 5. Distribución mensual del factor de condición "a" del erizo tinta: valores máximos (MAX), mínimos (MIN), promedio (PROM) y el intervalo de confianza (I.C.).

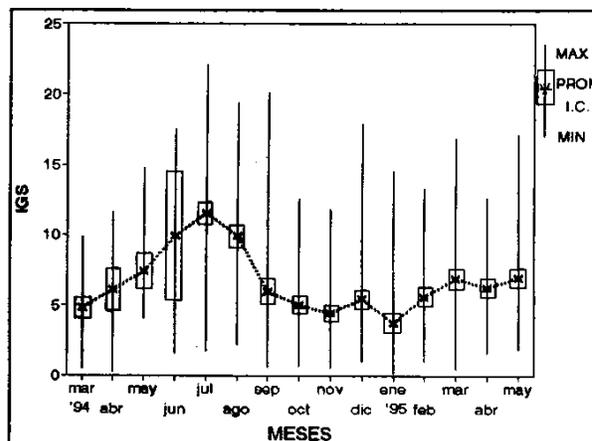


Fig. 6. Índice gonadosomático (IGS) calculado mensualmente, valores máximos (MAX), mínimos (MIN), promedio (PROM) e intervalo de confianza (I.C.).

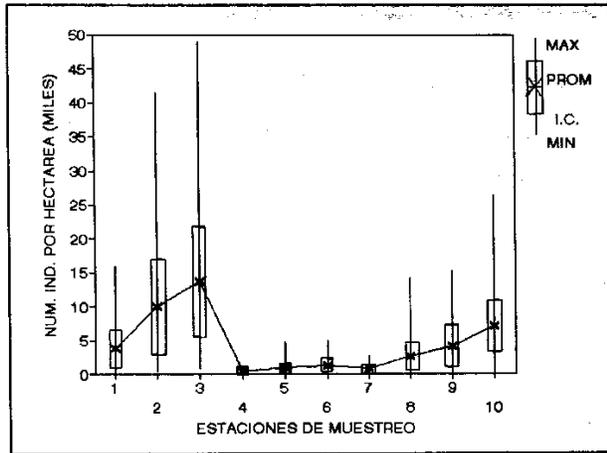


Fig. 7. Densidad promedio del erizo tinta de cada estación de muestreo entre mar'94 y may'95, en la costa rocosa del litoral de Colima.

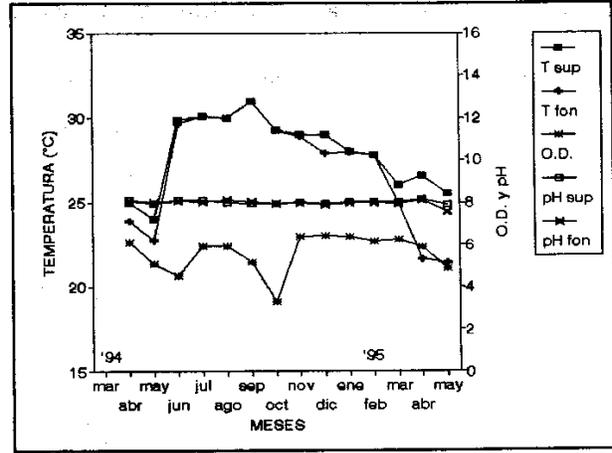


Fig. 9. Parámetros físico-químicos (promedio) de las estaciones de muestreo en la costa rocosa de Colima, mar'94 a may'95.

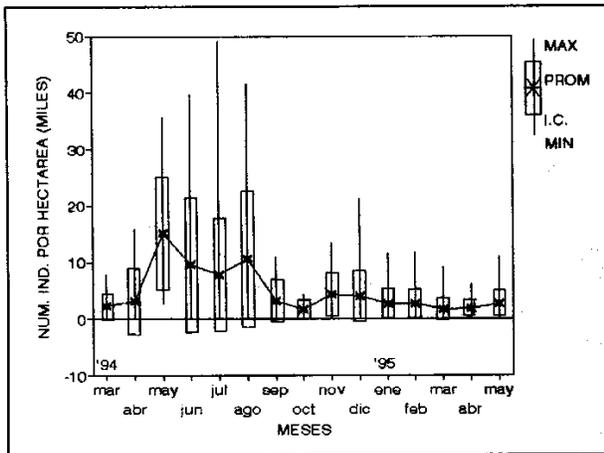


Fig. 8. Densidad promedio mensual del erizo tinta, de mar'94 a may'95, en la costa rocosa de Colima.

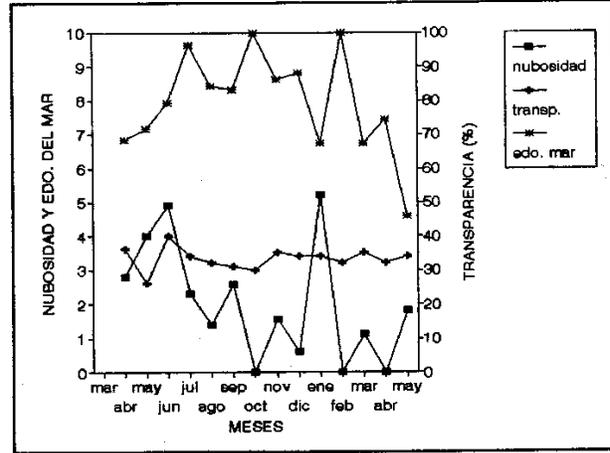


Fig. 10. Parámetros físicos de las estaciones de muestreo en el litoral Rocosos de Colima, mar'94 a may'95.